

# **PIHA-ALUEIDEN SANEERAUS**

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU

TEKNIikka JA LIIKENNE

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

## **PIHA-ALUEIDEN SANEERAUS**

Juha-Matti Leivo

2014

Ohjaaja Janne Poikajärvi

Hyväksytty \_\_\_\_\_ 2014 \_\_\_\_\_

Työ julkaistaan Theseuksessa

---

<b>Tekijä</b>	Juha-Matti Leivo	<b>Vuosi</b>	2014
<b>Työn nimi</b>	Piha-alueiden saneeraus		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	62		

---

Työn tavoitteena on ollut käydä läpi yleisiä laatuvaatimuksia ja ohjeita liikennöidyn piha-alueen saneerauksesta, verrata niitä käytäntöön ja lisätä käytännön vinkkejä ja kokemuksia aihealueeseen.

Työ on suunnattu aloitteleville tai kokemattomille insinööreille ja työmaamestareille perehdyttäväksi ohjeksi varmistamaan onnistunut saneerausurakka.

Työssä on käytetty MaaRYL 2010:n yleisiä laatuvaatimuksia ja ohjeita, joihin tämäläntyyppisissä urakoissa useimmiten viitataan ja joita rakennuttajat ja suunnittelijat useimmiten käyttävät laadun varmistuksena.

<b>Author</b>	Juha-Matti Leivo	<b>Year</b>	2014
<b>Subject of thesis</b>	Reconstruction of Courtyards		
<b>Number of pages</b>	62		

---

The aim of this thesis was to study the general quality requirements and directives related to reconstruction of courtyards, compare them in practice and add practical tips and experiences in them.

The thesis was aimed at novice and inexperienced engineers and master builders as introductory guidelines to ensure successful reconstruction projects.

The thesis was based on quality requirements and directives found in MaaRYL 2010, which are usually referred to in the construction projects and which are used by developers and designers to ensure quality.

**Keywords**                      courtyard, reconstruction, construction flaws

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	2
2 SUOJATTAVAT RAKENTEET .....	3
2.1 Suunnittelun merkitys .....	3
2.2 Puusto ja muu kasvillisuus sekä kasvualustat .....	3
2.2.1 Hyötypuun ja jätepuun poisto .....	3
2.2.2 Kasvillisuuden suojaus .....	4
2.2.3 Kasvillisuuden siirto .....	6
2.3 Olemassa olevien rakenteiden suojaus .....	7
2.3.1 Suojauksen vaatimukset .....	7
2.3.2 Kaapelit, johdot putkistot .....	9
2.3.3 Aluevarusteet ja -laitteet .....	13
3 KAIVUUTYÖ .....	15
3.1 Kaivuumaiden hyötykäyttö .....	15
3.2 Kaivannon merkitseminen ja rajausta .....	16
3.3 Maankaivuun tekeminen .....	20
3.3.1 Putki - ja kaapelikaivannot .....	21
3.3.1 Valmis kaivanto .....	22
3.4 Kaivannon kuivanapito .....	24
3.4.1 Pumppaaminen pohjaveden yläpuoleisesta kaivannosta .....	25
3.4.2 Pohjaveden alentaminen .....	26
4. ASENNUSTYÖT .....	28
4.1 Tehokas asennustyö .....	28
4.2 Vesihuolto .....	29
4.2.1 Putkien arina ja asennusalue .....	29
4.2.2 Asennustyö .....	32
4.2.3 Täyttö .....	33
4.3 Sähkötekniikka .....	36
4.3.1 Asennus .....	36
4.3.2 Täyttö .....	38
5. TÄYTTÖ .....	40
5.1 Täytön varotoimet ja tehokkuus .....	40

5.2 Penkereen tekeminen ja materiaali .....	41
5.3 Suodatinkankaan käyttöluokka ja asennus .....	43
5.4 Suodatinkerroksen tekeminen ja materiaali.....	44
5.5 Jakavan kerroksen tekeminen ja materiaali .....	46
5.6 Sitomattoman kantavan kerroksen tekeminen ja materiaali.....	49
5.7 Tiivistystyö .....	51
6.PINTARAKENTEET .....	53
6.1 Sitomaton päällyste .....	53
6.2 Asfalttipäällyste.....	54
7.1 Pölynhallinta ja siisteys .....	59
7.2 Haastattelu kaivantojen merkitsemisestä ja ohje? .....	59
8. YHTEENVETO.....	61
LÄHDELUETTELO.....	62

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Puun juuriston suojaus .....	5
Kuvio 2. Puun juuriston ja rungon suojaus .....	6
Kuvio 3. Puun siirron valmistelu. ....	7
Kuvio 4. Väliaikainen putkiliitos rännivesien johtamiseksi .....	9
Kuvio 5. Kaapeleiden esille kaivuuta .....	11
Kuvio 8. Kaivuutöissä rikkoutunut ja korjattu sadevesiputki .....	12
Kuvio 9. Tarkekuva alueen saneeratusta sadevesiviemäroinnistä. ....	13
Kuvio 10. Kaivannosta varoittaminen kyltillä ja oranssilla suoja-aidalla .....	16
Kuvio 11. Työmaa-alueen rajaaminen muovisella verkkoaidalla .....	17
Kuvio 12. Työmaa-alueen ja kaivannon rajaaminen teräsverkkoaidalla .....	18
Kuvio 13. Vilkkuvalo kiinnittää huomion .....	19
Kuvio 14. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat .....	21
Kuvio 15. Alkutäytettyä putkikaivantoa ja kaivon ympärystäyttö .....	22
Kuvio 16. Valmis tasainen leikkuupohja ja siirtymäkiila .....	23
Kuvio 17. Tulvan nostattama sadevesilinja .....	25
Kuvio 18. Pohjaveden alentamismenetelmiä maalajien rakeisuudesta riippuen .....	27
Kuvio 19. Syöttökaapelien ja lämmitystolppien asennus jakavaan kerrokseen .....	29
Kuvio 20. Salaojien ympärystäytössä käytettävän luonnonsoran tai murskeen rakeisuuden ohjealue .....	36
Kuvio 21. Tarkemittaukset kaapelivarausputkista .....	38
Kuvio 22. Kaapeleiden suojatäytön hiekan rakeisuusalue .....	38
Kuvio 23. Jakavan kerroksen täyttöä .....	41
Kuvio 24. Maapenkereen tarkkuusvaatimukset .....	43
Kuvio 25. Suodatinkerroksen materiaalin rakeisuusehto .....	45
Kuvio 26. Suodatinkerroksen rakeisuuden tulee olla normaalisti alueella 1 .....	45
Kuvio 27. Jakavan kerroksen luonnonsoran rakeisuusohjealue .....	47
Kuvio 28. Jakavan kerroksen murskeen 0/63mm rakeisuusohjealue .....	47
Kuvio 29. Asfalttipäällysteen levitystyötä .....	54
Kuvio 30. Vanhan ja uuden päällysteen sauma .....	56
Kuvio 31 Valmista asfalttipäällysteen alustaa ja sen viimeistelyä. ....	56
Kuvio 32. Valmis päällystepinta .....	58
 Taulukko 1. Kasvillisuuden suojausluokat. ....	4
Taulukko 2. Pipelifen ohje asennus- ja alkutäyttömateriaalista .....	30
Taulukko 3. Pragma PP maaviemärijärjestelmän tiivistysohje alkutäyttöön .....	36
Taulukko 4. Valmiin penkereen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset .....	42
Taulukko 5. Suodatinkankaan käyttöluokan valinta liikennöityjen alueiden rakenteissa .....	44
Taulukko 6. Valmiin suodatinkerroksen tiiviysvaatimukset .....	46
Taulukko 7. Suodatinkerroksen sallitut enimmäispoikkeamat .....	46
Taulukko 8. Jakavan kerroksen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset .....	48
Taulukko 9. Jakavan kerroksen sallitus enimmäispoikkeamamitat .....	48
Taulukko 10. Kantavan kerroksen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset .....	50
Taulukko 11. Kantavan kerroksen sallitut enimmäismittapoikkeamat .....	50
Taulukko 12. Ohjeelliset tiivistyskerrat .....	52
Taulukko 13. Murskekulutuskerroksen enimmäispoikkeamat .....	53

## 1 JOHDANTO

Piha-alueiden saneeraus tulee kysymykseen, kun pihalle tarvitaan lisää tilaa, varustelua tai vanha piha on huonossa kunnossa. Yleisin puute nykyaikana on liian vähäinen parkkitila sekä parkkitilojen varustelu (lämmitystolpat ja valaistus). Piha-alueen huonolla kunnolla yleisemmin tarkoitetaan routiintumista ja siitä aiheutuneita päällystevaurioita. Myös vanhat sadevesijärjestelmät kaipaavat saneerausta, jolla taataan myös saneerattujen kerros- ja pintarakenteiden toimivuus ja säilyminen.

Työn tavoitteena on ollut käydä läpi yleisiä laatuvaatimuksia ja ohjeita liikennöidyn piha-alueen saneerauksesta, verrata niitä käytäntöön ja lisätä käytännön vinkkejä ja kokemuksia aihealueeseen. Työ käsittelee lähinnä asfalttipäällysteisiä liikennöityjä piha-alueita. Työssä on haluttu erityisesti huomioida olemassa olevien rakenteiden ja varusteiden suojaus työnaikana sekä työnaikainen kaivantojen merkitseminen ja suojaus. Käytännön esimerkkejä työhön on otettu As Oy Linaanrannan ja Jokiväylä 9 piha-alueiden saneerauksista, joissa olen toiminut työnjohtajana sekä asennus- ja mittaustehtävissä.

Työ on suunnattu aloitteleville työnjohtajille ja suunnittelijoille perehdyttäväksi ja laatuvaatimukset kokoavaksi työohjeksi ja estämään suunnittelun ja työnaikana tapahtuvia virheitä.

Työssä on käytetty enimmäkseen MaaRYL 2010:n ohjeita ja laatuvaatimuksia ja hyvän rakennustavan esimerkkejä.



## **2 SUOJATTAVAT RAKENTEET**

### **2.1 Suunnittelun merkitys**

Piha-alueen saneerausurakan suunnitteluvaiheessa tulee jo huomioida alueen olemassa olevat rakenteet, jotta vältetään työnaikaisilta suunnitelmamuutoksilta. Usein suurissa kohteissa, esimerkiksi koulut ja muut laitokset, on pihaa laajennettu ja lisärakennuksia rakennettu vuosien saatossa lisää, jolloin alueelle on sijoitettu yhä enemmän sadevesilinjoja, kaapelointeja, valaistusta yms. Tällöin on tärkeää, että suunnitteluvaiheessa on saatavilla täydellinen kartta ja luettelo alueen LVI- ja sähkövarustelusta. Ennen urakan alkua suoritettavassa alkutarkastuksessa todetaan alueen suojaustarpeet. Usein urakoitsija laiminlyö kasvillisuuden ja puuston suojaamisen merkityksen, sillä sen nähdään olevan ajanhukkaa tai liian työlästä. Suojauksen merkitys urakoitsijan kannalta on suuri, sillä sen ansiosta minimoidaan työn aikana sattuneet vahingot ja sitä kautta myös urakan lisäkustannukset mahdollisten korjaustoimenpiteiden vuoksi.

Rakennussuunnitelmissa on hyvä esittää

- tarkka rakennusalue
- kunnostettavat ja koskemattomaksi jäävät alueet
- väliaikaiset tiet ja rakennelmat
- tarvittavat suojaustoimet
- siirrettävät rakenteet kuten kasvillisuus, puusto, aluevarusteet yms.

(MaaRYL 2000, 19.)

### **2.2 Puusto ja muu kasvillisuus sekä kasvualustat**

#### **2.2.1 Hyötypuun ja jätepuun poisto**

Töiden aikana poistettavat kasvillisuusosat, puut ja kasvualusta joko säästetään, käytetään hyödyksi tai viedään läjitykseen. Tämä tulee määritellä urakkasuunnitelmassa ja alkutarkastuksessa.

Taulukko 1. Kasvillisuuden suojausluokat (MaaRYL 2010, 22)

Luokka	Suojaamisen peruste	Toimenpiteet
1 Alueella kaivetaan	Kasvuolojen muutokset ovat suuret tai kasvillisuuden lähellä tai juuristoalueella kaivetaan. Suojaukset pysyviä ja/tai työnaikaisia.	Rungon, oksiston ja juuriston suojaaminen sekä kasvin ravinne- ja vesitalouden säilyttäminen ennallaan tai parantaminen rakenteellisilla tai muilla toimenpiteillä.
2 Alueella liikutaan	Työnaikainen suojaus, kun työmaan rakenteet ulottuvat lähelle suojattavaa kasvia tai kasvin juuristoalueella joudutaan liikkumaan.	Rungon suojaaminen ja juuristoalueen maakerroksen tiivistymisen estäminen.
3 Alueella ei liikuta	Työnaikainen suojaus säilytettävälle kasviryhmille alueilla, joilla säilytettävän kasvillisuuden kasvuolot eivät muutu rakentamisen takia.	Puiden ja muiden kasvien, kasviryhmien tai muiden luontoalueiden aitaaminen.

Taulukossa 1 on erilaisia luokituksia kasvillisuuden suojaukselle työn mukaan.

Hyötypuiksi määritellään 1,3 metrin korkeudelta yli 80 mm paksua puuta ja jättepuulla sitä ohuempia puita, pensaita ja hakkuujätteitä. Suunnitelmassa tulee määritellä mahdollinen hyötypuun keräys. Hyötypuu korjataan puutavaran ostajan tai metsäalan ohjeiden mukaisesti. Puu tulee kaataa mahdollisimman tyvestä ja huolehditaan puutavaran vahingoittamattomuudesta. (MaaRYL 2010, 65.)

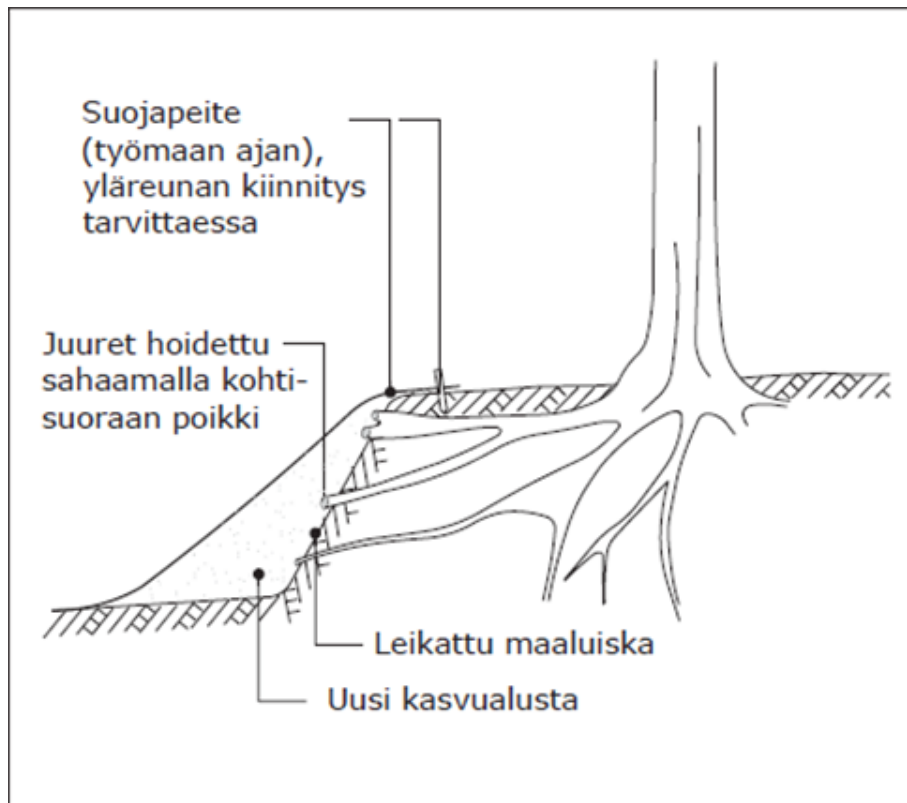
Jättepuuksi luokitellaan hyötypuun korjuujätteet sekä pensastot. Jättepuun omistajalle tulee mahdollistaa tilaisuus kerätä jättepuu talteen. (MaaRYL 2010, 65.)

### 2.2.2 Kasvillisuuden suojaus

Urakan tilaaja/rakennuttaja määrittelee suojattavan kasvillisuuden. Urakan aikana nurmialueet on helpointa suojata aidalla tai jos nurmialueen läpi on välttämätöntä kulkea, voidaan nurmi kylvää uudelleen edullisesti.

Puuston runkojen ja oksistojen suojaus tulee huolehtia esimerkiksi rungon suojalaudoituksella kuten kuviossa 2 tai varoiteaidoilla, joilla vähennetään riskiä, että maarakennuskoneet vahingoittavat niitä. Jos suojattavien puiden juuria sijaitsee maanleikkausalueella, ovat juuret katkaistava kohtisuorasti kuvion 1 mukaisesti. Jos puita, pensaita tai kasveja joudutaan irrottamaan

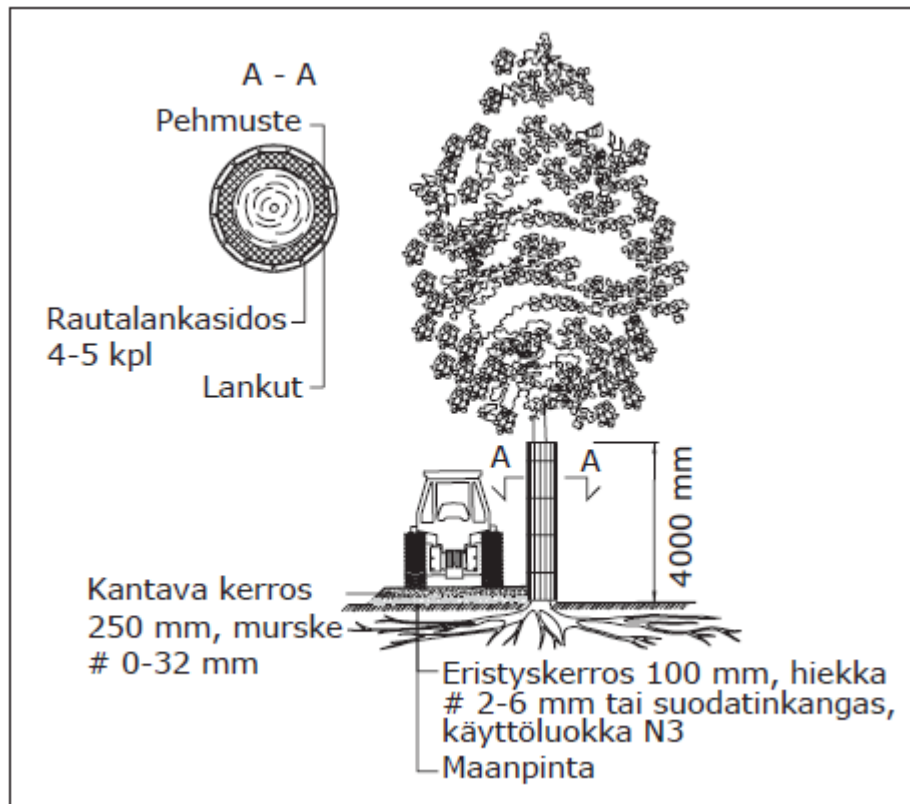
työnajaksi, on huolehdittava, että ne eivät vahingoitu ja että ne eivät kuole. (MaaRYL 2010, 66)



Kuvio 1. Puun juuriston suojaus (MaaRYL 2010, 67)

Puuston runkojen ja oksistojen suojaus tulee huolehtia esimerkiksi varoiteaidoilla, joilla vähennetään riskiä, että maarakennuskoneet vahingoittavat niitä. Yhtenäinen kasvillisuusalue tulee aidata jos koneilla on tarvetta liikkua niiden lähellä. (MaaRYL 2010, 67)

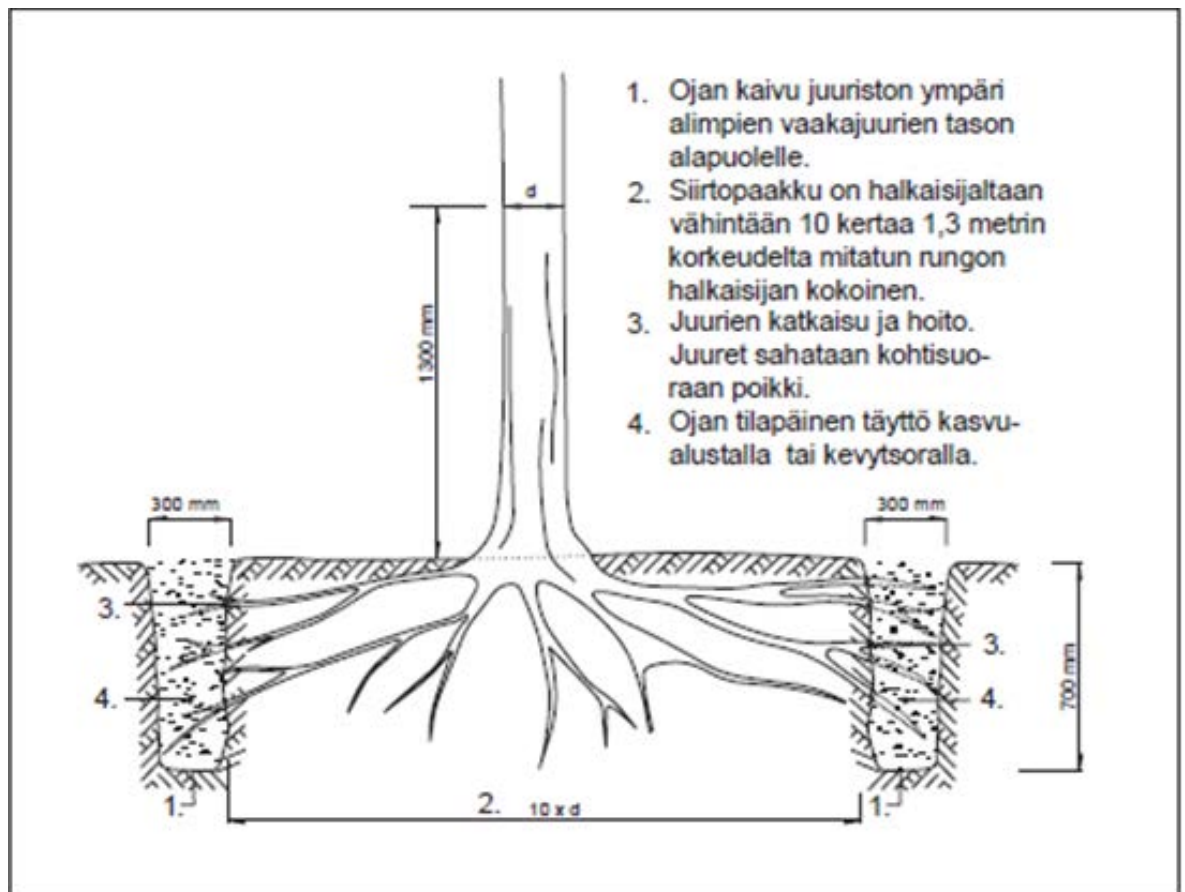
Usein käytännön työssä aitaus olisi käytännöllisintä tehdä muovisella varoiteaidalla. Tällöin aita toimii ensisijaisesti näköesteenä, jolloin koneenkuljettavat huomioivat alueen. Puinen aita tai muu kiinteämpi aita toimii paremmin lähinnä siten, että koneenkuljettaja huomaa törmänneensä suoja-aitaan ja pysäyttää liikkeen ennen kuin vahinkoja tulee itse suojattavalle alueelle tai kasvillisuudelle.



Kuvio 2. Puun juuriston ja rungon suojaus (MaaRYL 2010, 67)

### 2.2.3 Kasvillisuuden siirto

Siirrettävä kasvillisuus tulee esittää suunnitelmissa ja niiden uusi paikka tulee myös määrittää. Siirrot tulee tehdä sellaisena vuodenaikana kuin se on mahdollista. Siirrettävän kasvillisuuden kunto tulisi etukäteen tarkistaa, jotta välttyään mahdollisilta riitatilanteilta. Esimerkiksi laho puu siirretään, jolloin se kuolee uudessa kasvupaikassa ja urakoitsijalta vaaditaan hyvitystä urakan hinnassa. Siirrettävä kasvillisuus tulee myös tarkistaa siirron jälkeen. Siirretyn kasvillisuuden takuuajaksi määritetään kaksi kasvukautta, jolloin varmistetaan kasvillisuuden kasvuun lähtö. (MaaRYL 2010, 66.)



Kuvio 3. Puun siirron valmistelu. ( MaaRYL, 66)

Kuviossa 3 on malliesimerkki puun siirrosta. Pienet kasvit ja puut on hyvä siirtää perinteisesti käsivoimin lapiolla. Isommissa puissa otetaan avuksi kaivinkone. Puiden siirron onnistumisen edellytyksenä on juuriston saaminen mukana juuripaakkuun ja paakku sidotaan kuitukankaaseen. Ennen uudelleen asennusta kangas poistetaan. (MaaRYL 2010, 66.)

## 2.3 Olemassa olevien rakenteiden suojaus

### 2.3.1 Suojauksen vaatimukset

Valtion asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 vaaditaan, että ennen maa- ja vesirakennustyön aloittamista on otettava selvää alueen kaapeleista, johdoista ja putkistoista. (Asetus 205/2009 luku 7 33 §.)

Ennen kaivuutöiden alkua on edellä mainittujen kohtien selvittäminen erittäin tärkeää. Tällöin vältetään suurilta vahingoilta sekä erityisesti urakoitsijan

osalta suurista lisäkustannuksista. Esimerkiksi vakuutus ei korvaa kaapelin katkeamisesta koituneita haittoja, ellei kaivuualueelle ole otettu kaapelinäyttöä. Myös jätevesiviemäriin kohdistunut vahinko kaivuutöissä voi nousta erittäin suureksi, jos linja tukkeutuu ja rakennuksen kellarin viemärit alkavat tulvia.

Muita suojattavia ja varottavia rakenteita piha-alueilla ovat muun muassa pienet rakennukset (varastot, vajat yms.) ja laitteet, kuten lämmitystolpat ja pihavalaisimet.

Suojattavat, tuettavat ja vahvistettavat rakenteet tulee ilmetä suunnitelma-asiakirjoissa, ja niiden suojaus ja muut varotoimenpiteet tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Suojaustyöstä sekä työnaikaisesta tukemisesta ja vahvistamisesta esitetään laatusuunnitelmassa vähintäänkin

- vastaavat henkilöt
- suojaustavat
- tukemis- ja vahvistustavat
- tukirakenteiden mitoitusperusteet
- vahvistusrakenteiden suunnitelmat
- työturvallisuus
- aikataulu
- katselmusten toteutus. (MaaRYL 2010, 68.)

Käytännössä kaivuutöiden aikana tulee johtojen, putkien ja kaapeleiden tukeminen ja suojaus hoitaa niin, että niiden toimivuus ja ehjänä pysyminen varmistetaan. Esimerkiksi viemäriputki tuetaan tekemällä sille puiset pukit tai tuet, jotta putki ei notkahda vaikka maa-ainekset kaivetaan ympäriltä pois. Tarvittaessa on myös tehtävä väliaikaisia putkiliitoksia, jotta sade- ja jätevesiviemärit toimivat työn aikana. Kuviossa 4 on tehty väliaikainen liitos, jotta rännivedet eivät valuisi perustuksiin.



Kuvio 4. Väliaikainen putkiliitos rännivesien johtamiseksi

Suojattujen, tuettujen tai vahvistettujen rakenteiden kelpoisuus on tarkistettava. Ne todetaan tarkastuksin ja laadunvalvonta-asiakirjoissa on esitettävä vähintään

- toteumapiirustukset
- mitoitustulokset
- katselmusten tulokset. (MaaRYL 2010, 69.)

Mikäli suojauksessa, tuennoissa tai vahvistuksissa nähdään puutteita, tulee urakoitsijan korjata kohdat pikimmiten.

### 2.3.2 Kaapelit, johdot putkistot

Energialaitokset ja puhelinyhtiöt tarjoavat kaapelinäyttöpalveluita omille kaapeleille ja johdoilleen. Esimerkiksi Rovaniemen energia näyttää sähkölaitoksen syöttökaapelin piha-alueelle ja Sonera näyttää puhelinkaapelinsa reitin tontille ja/tai sen läpi. Piha-alueiden sisäiset kaapelit sen sijaan näkyvät useimmiten vain sähkösuunnitelmissa ja näitä sähkölaitos tai puhelinyhtiöt eivät aina tule ilmaiseksi näyttämään vaan ne ovat maksullisia palveluita.

Ennen maanrakennustyöhön, metsätyöhön, vesirakennustyöhön taikka

muuhun telekaapeleita mahdollisesti vaarantavaan työhön ryhtymistä, työn suorittajan on vaurioiden välttämiseksi selvitettävä, sijaitseeko työalueella telekaapeleita. (Viestintämarkkinalaki 393/2003 111 §:n 1 mom.)

Teleyrityksen on annettava maksutta tietoa kaapeleiden sijainnista. Kolmannen momentin mukaan teleyrityksen on annettava vaaran välttämiseksi ohjeet ja tiedot työn suorittajalle vaaratilanteiden välttämiseksi esimerkiksi johtokartalla tai tekemällä näyttö paikanpäällä. (Viestintämarkkinalaki 393/2003 111 §:n 2 mom.)

Teleoperaattorit ovat laatineet yhteisen kaivuuhjeen vaarojen välttämiseksi:

1. Hanki hyvissä ajoin ajan tasalla oleva kaapelikartta esimerkiksi johtotieto.fi:stä tai suoraan operaattoreilta.
2. Tutki karttaa ennen kaivuutöiden alkua ja merkitse kaapeleiden sijainti maastoon.
3. Kaapelireitin läheisyydessä, paljasta käsivoimin reitin kaapelit. Kaapelit voivat sijaita poikkeavassa syvyydessä aikaisempien töiden tai esimerkiksi tai routimisen seurauksena ja huomio reittiä lähestyttäessä varoetäisyys 0,5 m. Mikäli siirrät kaapelireitin kaapeleita kaivuutöiden aikana, huolehdi uuden sijainnin merkitsemisestä kaapeliverkon omistajan kanssa ennen täyttötöitä.
4. Vaurion sattuessa ilmoita välittömästi kaapeliverkon omistajalle. (Johtotieto Oy.)

Yllä olevan tyyppisen kaapelikartan perusteella kaapeleiden paikallistaminen on epämääräistä. Alueesta tulisi ottaa näyttö paikanpäällä oikealla laitteistolla.

Kaivuutöitä tehdessä suuren vastuun kaapeleiden, johtojen ja putkistojen vahingoittumisesta ottaa kaivinkoneenkuljettaja ja koneen perämies. Perämies katsoo koneen kaivuutyötä toiselta puolen koneen kauhaa varmistaen tällöin suunnan jota kuljettaja ei näe. Sen lisäksi hän tekee lapiolla koepistoja maahan tai kaivaa käsivoimin esiin kaapelit ja putket



varmistuen niiden ehjänä pysymisen. Kuviossa 5 näkyy koneen perämies kaivuutyön varmistajana. Perämiehen tulee heti ilmoittaa käsimerkein tai huutaen nähdessään maassa vähänkin seuraavia asioita:

- kaapelinauhan
- erilaisen maa-aineksen (esim. perusmaan seasta löytyy hiekkaa)
- muoviputkea
- betoniputkea tai betonia
- routaeristettä
- suodatinkangasta.



Kuvio 5. Kaapeleiden esille kaivuuta

Putkistojen sijainti piha-alueilla tulee myös selvittää ennen kaivuutöihin ryhtymistä. Piha-alueen tonttiliittymät kunnan tai kaupungin verkostoon saadaan selvitettyä paikalliselta vesilaitokselta ja LVI-suunnitelmista tai loppupiirustuksista. Pihan sisäiset putkistot tulee kuitenkin selvittää piha-alueen omistajalta.

Piha-alueen putkistot (sadevesi, viemäri, vesijohto ja kaukolämpö) löytyvät piha-alueen LVI-suunnitelmista tai loppupiiirustuksista. Kuvista löytyvät putkistot ovat helppoja paikantaa kuvista seuraamalla kaivoja ja putkikorkoja, jolloin voidaan arvioida myös milloin putket paljastuvat kaivuutöiden yhteydessä. Mikäli saatavilla ei ole tarkkaa kuvaa alueen putkistoista voidaan olemassa olevia putkistoja etsiä seuraavin menetelmin:

- Etsitään alueen kaivot ja avataan niiden kannet.
- Tarkkaillaan kaivoista lähtevien putkien suunnat ja mitataan korot.
- Etsitään muut putkien lähtöpisteet kuten syöksyrännit.
- Piirretään hahmotelma piha-alueesta putkistoineen.

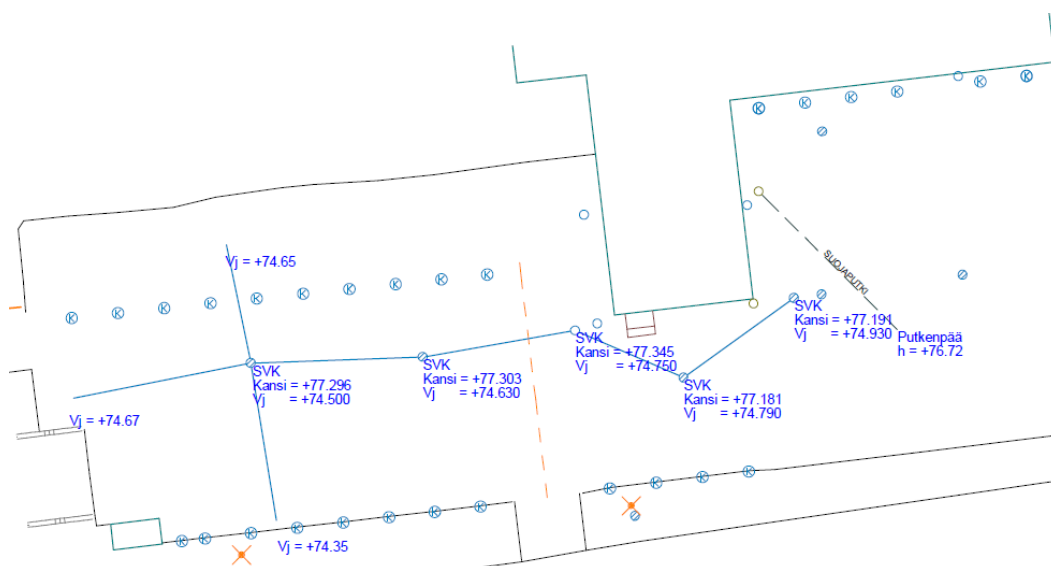
Hahmotelman avulla voidaan arvioida putkistojen suunnat ja korot, jolloin niihin voi kaivuutöiden aikana varautua. Silti aina kaivuutöitä tehdessä tulee kaivinkoneella olla perämies varmistamassa merkitsemättömien kaapeleiden ja putkistojen löytyminen. Esimerkiksi aikaisempien urakkojen puutteelliset loppupiiirustukset aiheuttavat vaaratilanteita tulevilla urakoilla merkitsemättömien kaapeleiden ja putkistojen vuoksi.



Kuvio 6. Kaivuutöissä rikkoutunut ja korjattu sadevesiputki

Kuvion 6 tilanteessa piha-alueen putkistoista oli puutteellinen dokumentti, jonka seurauksena kaivamista ei suoritettu riittävän varovaisesti. Kuvassa näkyy myös kaivannon kuivanapitoon käytetty pumppauskuoppa, jossa muoviputkesta tehty pumppauskaivo.

Tulevien saneeraustöiden elinehtona on vaatia kattavat loppupiirustukset ja tarkkeet kaikista alueella tehdyistä kaivu-, kaapeli- ja putkitöistä, jotta helpotetaan seuraavien urakoiden suunnittelua ja rakentamista.



Kuvio 7. Tarkekuva alueen saneeratusta sadevesiviemäroinnistä. (Hyyryläinen 2013)

Kuviosta 7 ilmenee saneeratun sadevesiviemäriinjan tarkastetut korkeusasemat ja sijainnit. Tämä helpottaa tulevien saneerausurakoiden suunnittelua ja toteutusta.

### 2.3.3 Aluevarusteet ja -laitteet

Siirrettävissä rakenteissa ja laitteissa tulee noudattaa suunnitelma-asiakirjoja sekä laitteiden haltijan ohjeita (MaaRYL 2010, 68.)

Suojattavia ja töiden aikana varottavia aluevarusteita ovat mm. lämmitystolpat ja pihavalaisimet. Useimmiten vanhat varusteet siirretään kaivuutöiden ajaksi talteen, jonka jälkeen ne uudelleen asennetaan.

Esimerkiksi parkkipaikan massanvaihdon ajaksi lämmitystolpat kerätään talteen ja asennetaan uudestaan uuteen rakennekerrokseen.

Vanhojen laitteiden ja varusteiden purkamisessa on otettava erityisesti huomioon niiden kunto esimerkiksi vanhat pylväiden betoniperustukset voivat olla jo haljenneita ja kuluneita, jolloin niiden uudelleenkäyttöä tulee harkita.

Vanhojen laitteiden ja varusteiden varastointiin työmaalla tulee kiinnittää huomiota. Ne tulee varastoida paikkaan jossa ne eivät tule maarakennuskoneiden tai ajokaluston rikkomaksi. Olisi myös hyvä jos laitteet ja varusteet ovat kohtuullisen hyvässä piilossa, jotta niihin ei kohdistu yhtä helposti ilkivaltaa. Kaikki vähänkin arvokkaammat ja helposti kuljetettavat laitteet kuten lämmitystolppien kotelot, pihavalaisinten kuvut ja lamput yms. tulisi irrottaa ja viedä erilliseen varastoon.

### 3 KAIVUUTYÖ

#### 3.1 Kaivuumaiden hyötykäyttö

Taloudellisesti tehokkaassa maarakennusurakassa hyödynnetään aina kaivuumaita. Suunnittelun kannalta se ei tuota lisävaatimuksia muuten kuin ennalta sovittujen varastointipaikkojen osalta sekä sen, että hyödynnettävät maat on pystyttävä osoittamaan laatuvaatimusten mukaisiksi.

Pintamaat läjitetään tai hyödynnetään. Poistettu kasvualustaksi kelpaava pintamaa esimerkiksi ruokamulta varastoidaan ennalta määrättyyn paikkaan. Jos kasvualustaksi kelpaavia massoja hyötykäytetään on niiden varastoinnissa noudatettava kyseisen kasvualustan varastointiohjeita ja poistettava esimerkiksi rikkakasvit. (MaaRYL 2010, 70.)

Uudelleen käytettävän kasvualusta tulee noudattaa laatuvaatimuksia. Jos kasvualustasta ei ole tuoteselostetta on noudatettava InfraRYL 2010:n paikalla tehtävien kasvualustojen vaatimuksia luvussa 23112. (MaaRYL 2010, 155.)

Saneerattavan alueen rakennekerrokset on hyvä ottaa talteen, jos niiden uudelleenkäytölle on tarvetta esimerkiksi putki- ja johtokanaalien täytöissä. Uudelleen käytössä merkittävintä on maa-aineksen tiivistettävyyys. Tiivistettävissä olevia kaivuumaita voidaan käyttää täyttömaana lopputäyttöihin. Talteen saatu kantava murskekerros on erinomaista putkiarinoihin ja putki- ja johtokaivantojen lopputäyttöön. Rakennekerroksia hyödynnettäessä tulee kuitenkin varmistaa sen hyvälaatuisuus. Sekoittuneet ja lajittuneet kivennäisaineet menettävät ominaisuuksiaan. Mitään eloperäistä tai löyhtynyttä maa-ainesta ei tulisi uudelleen käyttää muualla kuin alueella, jossa sen routivuudesta tai huonosta kantavuudesta ei ole haittaa.

Yleisesti ottaen lopputäyttöihin saa käyttää sellaista maa-ainesta joka on routivuusominaisuuksiltaan ympäröivää maata.

### 3.2 Kaivannon merkitseminen ja rajaaminen

Kaivuutöiden aikainen kaivannon merkitseminen on tärkein turvallisuustoimenpide. Sillä estetään onnettomuudet, joissa ulkopuolinen henkilö putoaa tai ajaa ajoneuvolla kaivantoon. Kaivannon suojauksen perusperiaatteita ovat kaivannon merkkäminen näkyvillä esteillä ja kaivannon rajaaminen kulkua estävillä esteillä.

Esteitä ovat esimerkiksi suoja-aidat ja sulkupaalut. Esteet ovat huomioväreissä ja heijastavia. Lisäksi esteiden tulisi estää jopa sokean ajautuminen kaivantoon, joten niiden on oltava riittävän jämeriä pysäyttämään kävelevän henkilön jos hän ei huomaa esteitä.



Kuvio 8. Kaivannosta varoittaminen kyltillä ja oranssilla suoja-aidalla

Yleisimmin pienissä kohteissa ja pienissä kaivannoissa käytetään sulkupaaluja ja eristenauhaa tai lippusiimaa. Tämä on näkyvyydeltään hyvä vaihtoehto, mutta ei estä ihmisen horjahtamista kaivantoon. Ne sopivat lähinnä työmaan rajaamiseen ja pienten kuoppien, töyssyjen ja esteiden rajaamiseen liikennöidyillä ja kuljetuilla alueilla. Sulkupaaluilla on helppo rajata alue ja ne on helppo varastoida ja kuljettaa. Kaivannon merkitsemistä



ei saisi koskaan jättää pelkästään sulkupaalujen varaan. Nykyään useammat rakennuttajat ovat alkaneet vaatia järeämpiä keinoja kaivantojen merkitsemiseen ja rajaamiseen vahinkojen välttämiseksi. Lippusiimoilla tai eristenauhoilla työmaasta tulee usein erittäin sotkuisen ja epämääräisen näköinen. Lisäksi eristenauhat heikkenevät auringossa ja menevät poikki kovassa tuulessa.

Kuviossa 8 näkyvät muoviset verkkoaidat soveltuvat hyvin kaivannon merkitsemiseen. Ne ovat erittäin näkyviä, mutta niiden kiinnitykseen tulee kiinnittää huomiota, jotta niistä saadaan riittävän jäməkötä tahattoman läpipääsyn estämiseksi. Verkkoaita tulee tukea riittävän tiheästi ja jäməkästi. Valmiita rakenteita kuten seinät, pilarit, pylväät yms. tulee käyttää hyödyksi verkkoaidan tukemisessa kuten kuviossa 9.



Kuvio 9. Työmaa-alueen rajaaminen muovisella verkkoaidalla

Kiinteät, raskailla jalustoilla varustetut sulkuaidat sopivat kaivannon rajaamiseen paremmin, sillä ne estävät myös tahattoman kävelyn kaivantoon. Elementeistä koottavat sulkuaidat sopivat pieneen tilaan kuljetusta ja varastointia varten. Ne kestävät myös hyvin käyttöä ja maarakennuskoneiden kolhuja.

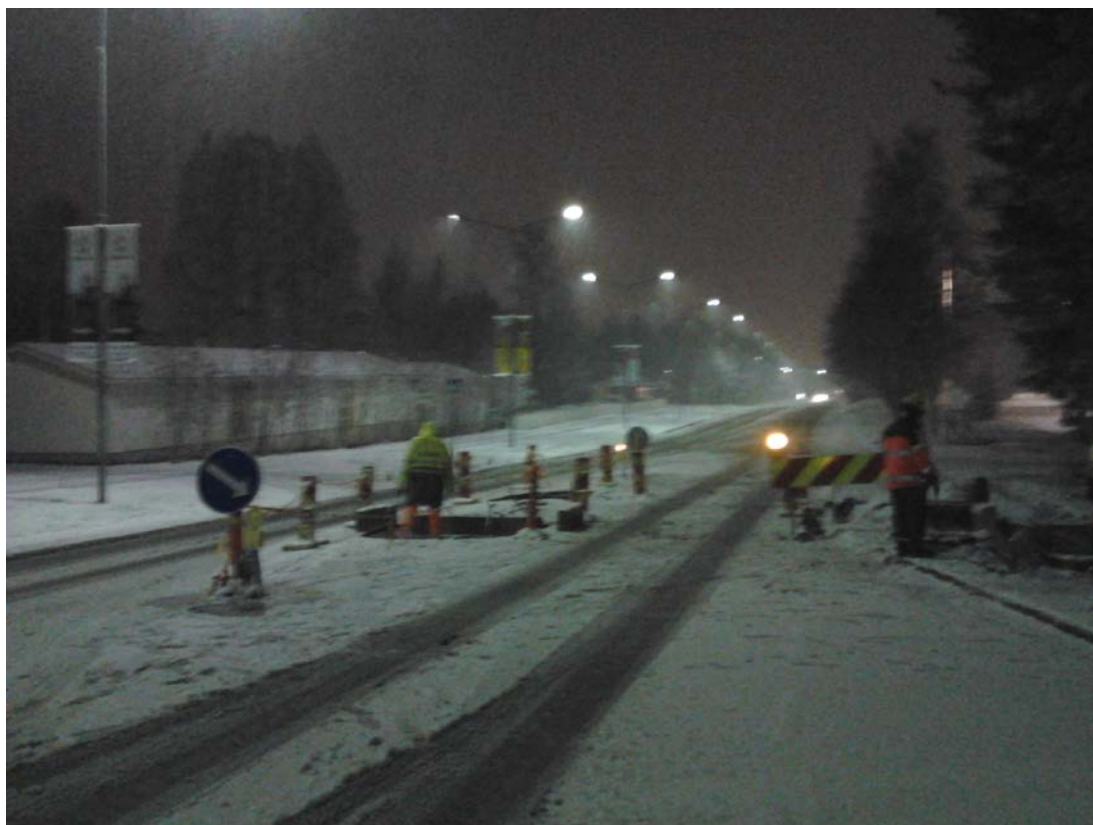
Parhaiten kaivannon ja yleisesti työmaa-alueen rajaamisen sopii betonijaloilla varustetut teräsverkkoaidat kuten kuviossa 10. Ne on riittävän jämäköitä ja myös korkeita, jotta niiden yli ei helposti kiivetä. Ne on havaittavuudeltaan kuitenkin huonoja pimeässä, joten niiden käyttöön tulisi yhdistää sulkupaalut tai muu vastaava havainnoitavuuden lisäämiseksi. Teräsverkko-aita on ainoa, joka estää jonkin verran myös tahallisen työmaa-alueelle pyrkimisen. Teräsverkko-aita on varastoinnin ja kuljettamisen osalta vaativin, mutta sitäkin helpottaa kuljetushäkit, joissa kokonainen pino aita voidaan nostaa ja kuljettaa esimerkiksi kuorma-autolla.



Kuvio 10. Työmaa-alueen ja kaivannon rajaaminen teräsverkkoaidalla



Pimeään vuodenaikaan kaivannon havaittavuutta on hyvä parantaa vilkkuvaloilla. Yksikin vilkkuvalo kiinnittää kulkijan tai ajoneuvon kuljettajan katseen erittäin tehokkaasti ja saa tämän varuilleen. Kuviossa 11 näkee kuinka huonollakin kelillä valo kiinnittää huomion. Vilkkuvaloksi riittää jopa pieni paristokäyttöinen LED-valo.



Kuvio 11. Vilkkuvalo kiinnittää huomion

Työmaasta on myös hyvä varoittaa kyltillä, johon katsojan katse kohdistuu. Tällöin kulkija tietää kiinnittää liikkumiseen erityistä huomiota. Piha-alueen käyttäjiä ja asukkaita tulee tiedottaa hyvissä ajoin tulevasta rakennusurakasta, jotta voidaan järjestää tilapäiset parkkitilat ja ihmiset kiinnittävät enemmän huomiota omaan liikkumiseensa vaara-alueella.

Värikkäillä suoja-aidoilla saadaan myös siistimpi yleisilme työmaalle. Esimerkiksi tiheä oranssi työmaa-aita kiinnittää katsojan huomion pois sotkuisesta kaivannosta.

### 3.3 Maankaivuun tekeminen

Kaivanto tulee tehdä suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti ja se tuetaan, porrastetaan tai luiskataan sen mukaisesti. Kaivuutöiden laajuus on kaivantosuunnitelmassa määrätty ja varmuus sortumisesta on huomioitu. Kaivuutyössä on huomioitu turvallisuus sortumisen ja muiden vaarojen varalta kuten esimerkiksi kaivantoon putoamisen estäminen.

Lähellä leikkauspohjaa kaivetaan varovaisemmin välttämällä pohjamaan häiriintymistä. Mikäli isoja haitallisia kiviä löytyy, kaivetaan ne pois ja täytetään syntynyt kuoppa pohjamaata vastaavalla maa-aineksella ja tiivistetään vastaamaan pohjamaan tiiviyttä. Näin saadaan mahdollisimman tasainen leikkuupohja, mikä estää epätasaisesta routimisesta aiheutuvat patit päällysrakenteessa. (MaaRYL 2010, 71.)

Kaivantosuunnitelmassa tulee huomioida kaivannon luiskien, kaivannon pohjan mahdollisen pohjaveden pinnan ja ympäristön tarkkailun järjestäminen sekä säilytettävien puiden juuristojen käsittely

Kaivuutyön yhteydessä täytyy tarkkailla maan laatua verrattuna suunnitelma-asiakirjoihin. Jos havaitaan poikkeamia, ilmoitetaan niistä suunnittelijalle. Näin ehditään vielä muuttaa suunnitelmia, jolloin saadaan aikaan kestävämpi rakenne. (MaaRYL 2010, 71.)

Kaivannon pohja tulee kallistaa avo- tai salaojia kohti tai pohjan kallistus tehdään suunnitellun päällysrakenteen kaltevuuden mukaan. (MaaRYL 2010, 71.)

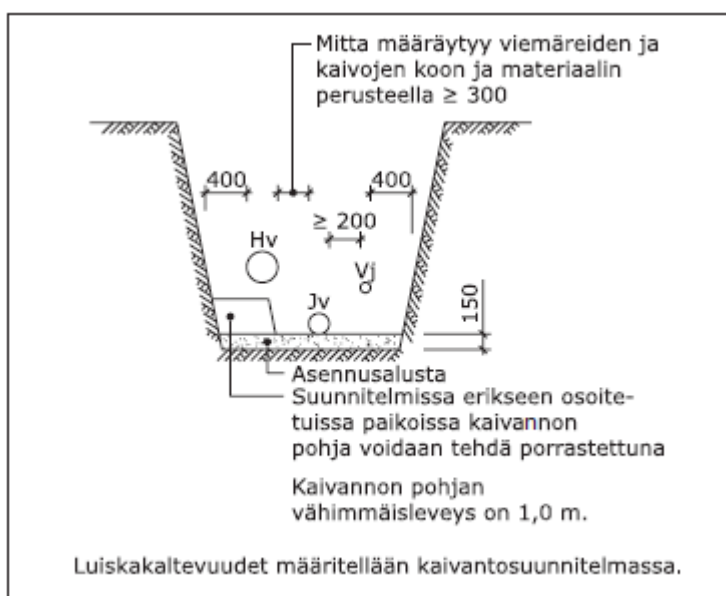
Leikkuussa poistetaan kaikki eloperäinen maa-aines, joka aiheuttaisi muodonmuutoksia päällys- ja pintarakenteissa.

Kaivuutyössä tulee muistaa huolellisuus. Kaivinkoneen apumiehen tai mittamiehen tulee olla hereillä, jotta pysytään oikeassa kaivuussyvyydessä ja, että leikkuupohja tulee vaadittuun kaltevuuteen. Kaivuutyössä apumiehen on oltava hereillä, jotta välttyään esimerkiksi kaapelivahingoilta. Liian nopealla

työllä voi olla lisäkustannuksia aiheuttava vaikutus korjausten ja niistä johtuvien viivytysten muodossa.

### 3.3.1 Putki - ja kaapelikaivannot

Putki- ja johtokaivannon leveys määräytyy putkien halkisijan, putkien välisen keskinäisen etäisyyden sekä putkien ulkoreunan ja kaivannon seinämän välisen etäisyyden mukaan. Jos kaivannossa työskennellään, on sen kuitenkin oltava vähintään 1 metrin levyinen. Tukemattoman kaivannon ja kaivannon pohjan leveys esitetään alla olevassa kuvassa (MaaRYL 2010, 72.)



Kuvio 12. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat (MaaRYL 2010, 72)

On erittäin tärkeää, että putkilinjat asennetaan eri tasoihin ja riittävän etäälle toisistaan ja eri tasoille kuten kuviossa 12. Tällöin mahdollisten korjaustoimenpiteiden aikana vältetään vahingoittamasta myös ehjiä putkia. Esimerkiksi huolimattomasti asennettu vesijohto rikkoontuu helposti kaivaessa jätevesiviemäriä esiin.

Painumisominaisuuksiltaan huomattavasti erilaisten maakerrosten tai kallion rajakohdassa on kaivanto kiilattava routimisen tasaamiseksi. Kaivuu ulotetaan vähintään 0,5 metriä kaivuutason alapuolelle, josta se kiilataan

enemmän kokoonpuristuvan maalajin puolelle vähintään 1:5 kaltevuudessa. (MaaRYL 2010, 72.)

Kaivojen ja muiden laitteiden osalta kaivannon tulee olla riittävän leveä, että kaivojen kohdalla saadaan vähintään 400 mm:n levyinen ympärystäyttö. Lisäksi kaivannon on oltava riittävän syvä, että kaivot voidaan perustaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan. Esimerkiksi 300 mm:n tasauskerros 0–16 mm soramurskeella. (MaaRYL 2010, 72.)



Kuvio 13. Alkutäytettyä putkikaivantoa ja kaivon ympärystäyttö

Huomaa kuviossa 13 putkikaivannon luiskakaltevuus eli siinä ei ole pystysuorat seinämät.

### 3.3.1 Valmis kaivanto

Vaativuutena on, että kaivuupohjan taso saa poiketa suunnitellusta tasosta 0–100 mm eikä tasoon saa jäädä yleistasosta poikkeavia vettä kerääviä painanteita. Luiskan sijainti saa poiketa suunnitellusta sijainnista 0–200 mm. Verhoilemattomaksi jäävän luiskan tasaisuus alaspäin 0–30 mm / 3 m ja

verhoiltavan luiskun tasaisuus määräytyy verhoustavan mukaan (MaaRYL 2010, 72.)

Kuviossa 14 näkyy valmis leikkuupohja siirtymäkiiloineen. Pohja on tasainen ja suunnitelmien mukaisessa muodossaan.



Kuvio 14. Valmis tasainen leikkuupohja ja siirtymäkiila

Putki- ja kaapelikaivannon on oltava riittävän suuri, jotta siihen sijoitetut rakenteet mahtuvat sinne suunnitellusti ja kaivoille ja muille laitteille on tehty riittävät levennykset (MaaRYL 2010, 72.)

Hyvin usein käytännössä putkikaivanto on syvä, mutta kapea ja suoraseinämainen. Tämä aiheuttaa vaaratilanteita, sekä huonon lopputuloksen. Pitkää putkikaivantoa tehdessä tulee muistaa ottaa tarkka suunta seuraavaan kaivoon tai taitepisteeseen, jotta putkilinjasta tulee mahdollisimman suora. Tällöin vältetään myös putkien ajautumisesta putkikaivannon reunaan.



### 3.4 Kaivannon kuivanaapito

Kaivannon kuivanaapito on yksi tärkeimmistä töistä kaivuutöiden aikana. Kuivanaapidolla estetään maaperän häiriintyminen ja varmistetaan asennus- ja täyttötöiden asiallinen suorittaminen. Kaivantojen kuivanaapito on erityisen tärkeää putkistojen asennustöissä, joissa putkikaivantoon päässyt vesi häiriinnyttää pohjan ja valuttaa kaivannon luiskien maa-ainesta tehden tarkan asennustyön mahdottomaksi ja ennen kaikkea vedellä on nostattava vaikutus. Muoviputket ja kaivot pullahtavat pois paikoiltaan kun vesipinta kaivannossa nousee riittävästi, jos niiden päällä ei ole riittävästi täyttömateriaalia. Tästä esimerkkinä kuvion 15 tilanne. Veden noste keventää/nostaa putkea sen vedenpinnan alapuolelle olevan tilavuuden verran.



Kuvio 15. Tulvan nostattama sadevesilinja

### 3.4.1 Pumppaaminen pohjaveden yläpuoleisesta kaivannosta

Ulkopuolisten pintavesien pääsy kaivantoon tulee estää niskaojilla tai maavalleilla. Jos kaivannon vesipinta nousee pohjaveden, salpaveden tai orsivesien ansiosta on sitä kuivattava pumppaamalla. Maavallien käyttö on piha-alueilla ongelmallista, jos alueella ei ole lähettyvillä pintavesikaivoa, johon maavallin pysäyttämät vedet kulkisivat. Tällöin vesi jää lainehtimaan suurina lammikoina pihamaalle. Myös niskaojien käyttö pihamailla on turhaa, jos vettä ei pystytä johtamaan kaivoon, ojaan tai muuhun järkevään paikkaan. Rankkasateilla pintavedet valuttavat helposti kaivannon luiskan mukanaan kaivannon pohjalle, jolloin mahdolliset asennustyöt tai pohjan tasaaminen vaikeutuu tai joudutaan korjaustoimenpiteisiin.

Pumppaaminen hoidetaan kaivannon pohjalle tehdyllä pumppauskuopalla. Kuoppa tulee sijoittaa kaivantoon siten, että se on kaivannon alimmassa kohdassa, jolloin kaivo kerää vetää mahdollisimman suurelta alueelta. Pumppauskuoppa toteutetaan useimmiten asentamalla kaivannon pohjalle betoninen kaivonrengas tai pätkä muoviputkea (vähintään DN 315 mm). Kuopan pohjalle asennetaan suodatinkangas sekä suodatinkankaan päälle sepelikerros estämään hienoaineksen kulkeutuminen veden mukana kuoppaan ja pumppuun. (MaaRYL 2010, 119.)

Vedet kaivannon pohjalta ohjataan avo-ojilla tai salaojilla kuoppaan. Vesi pumpataan riittävän tehokkaalla pumpulla suunnitelma-asiakirjoissa määritettyyn paikkaan tai esimerkiksi purkavaan sadevesiviemäriin. Sadevesiviemäriin pumpatessa tulee huolehtia, ettei maa-aineksia sisältävää vettä pumpata jo rakennettuihin uusiin putkistoihin. Jos näin kuitenkin joudutaan tekemään, täytyy vesi selkeyttää erillisessä altaassa tai jollain vastaavalla tavalla. (MaaRYL 2010, 119.)

Käytettävän pumppauskaluston tulee olla huollettua ja toimintavarmaa ja letkujen ja putkien yms. tulee kestää niihin kohdistuvat rasitukset. Jos

esimerkiksi letku menee ajoväylän poikki, on se suojattava liikenteeltä. (MaaRYL 2010, 119.)

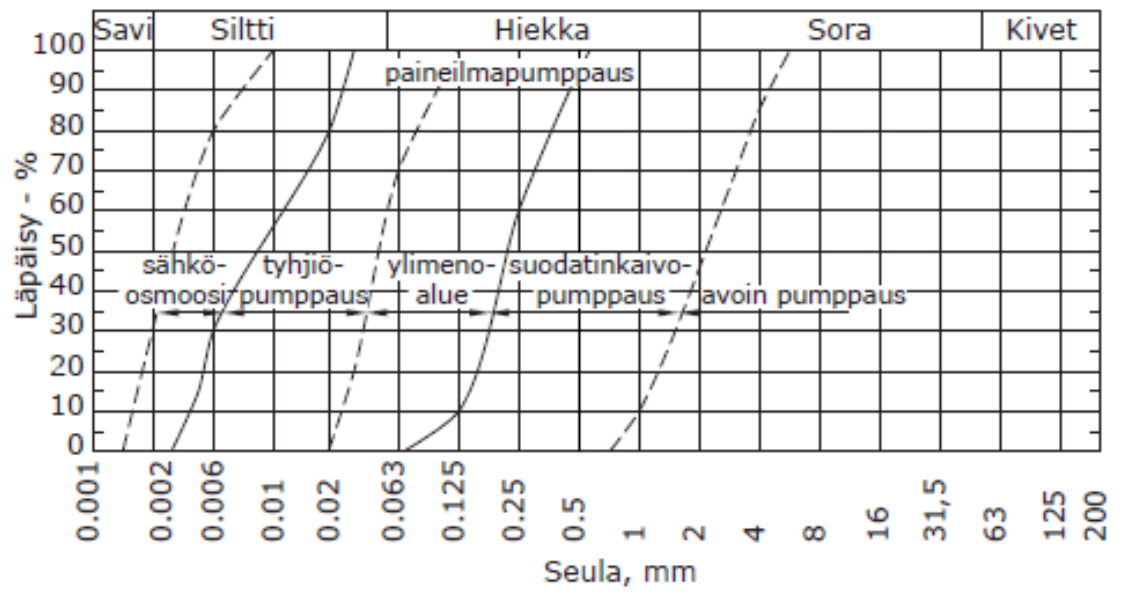
Pumppauskaluston tulee aina olla riittävän tehokasta. Pienet pumpput tukkiintuvat helposti eivätkä jaksa pumpata lietteistä vettä. Jos työmaalle ei ole saatavilla sähköä, on pumppujen virta otettava aggregaatista. Aggregaatti kuluttaa vuorokaudessa helposti 20 litraa bensiiniä, joten sähkö kannattaa aina ottaa työmaalle muualta. Tilaajan ja rakennuttajan kanssa saa useimmiten sovittua työmaasähkön käyttämisestä esimerkiksi rakennuksen sisätiloista tai autolämmitystolpista.

### 3.4.2 Pohjaveden alentaminen

Jos kaivannon alapinta sijaitsee pohjaveden yläpinnan alla, on kaivanto pidettävä kuivana alentamalla pohjaveden pintaa. Tämä on harvinaisempaa piha-alueiden saneeraustöissä, sillä rakennekerrokset harvoin ulottuvat yhtä syvälle kuin pohjavesi.

Pohjaveden alentaminen onnistuu kuitenkin pumppaamalla jos maaperä on hyvin koossapysyvää ja huonosti vetää läpäisevää koheesiomaata tai moreenia. Karkearakenteisissa maissa pumppaaminen onnistuu vain, jos kaivannon pohja on vain vähän pohjaveden pintaa alempana. Eri menetelmiä pohjaveden alentamiseen eri maalajien osalta on kuviossa 16.





Kuvio 16. Pohjaveden alentamismenetelmiä maalajien rakeisuudesta riippuen (MaARYL 2010, 120)

## **4. ASENNUSTYÖT**

### **4.1 Tehokas asennustyö**

Piha-alueen saneerauksessa tapahtuvia asennustöitä ovat lähinnä vesihuoltotyöt kuten sadevesiviemäröinnin saneeraus ja asennus sekä erilaiset sähkötekniset asennukset ja aluevarusteet.

Asennustöiden tehokkuuden kulmakivi ovat huolellinen asennuksen valmistelu, asennustyö ja viimeistely. Nämä työvaiheet tulee suorittaa järkevässä järjestyksessä alueen muihin töihin nähden. Esimerkiksi sadevesiviemäröinnin asennus ja täyttö tulee tehdä joko samalla kun leikkuupohjaa kaivetaan tai heti sen jälkeen.

Tavoitteena on että lopullinen kaivanto saadaan täytettyä lopuksi kerralla kantavaan kerrokseen asti siten, että kaikki maanalle sijoitettavat putkistot, kaapelit ja varusteet on asennettu ennen kantavaa kerrosta. Esimerkiksi jos alueelle tulee paljon kaapeleita joiden asennussyvyys on 600mm ja kantavan kerroksen paksuus on tämän alle, tulisi kaikki kaapelit asentaa valmiiksi ennen kantavan kerroksen asentamista. Usein täyttötyössä on liian suuri kiire tai työvaiheiden yhteensovittaminen on vaikeaa jolloin kaapelit asennetaan jälkikäteen kaivamalla. Tällöin rakennekerrokset helposti sekoittuvat. Jo kerran täytetyn maakerroksen uudelleen kaivamista tulisi aina välttää.



Kuvio 17. Syöttökaapelien ja lämmitystolppien asennus jakavaan kerrokseen

Kuviossa 17 näkyy kaapeleiden ja lämmitystolppien asennus ennen kantavan murskekerroksen tekoa, koska kaapeleiden asennussyvyys oli 600 mm ja kantavan kerroksen suunnitelmien mukainen paksuus vain 200 mm.

## 4.2 Vesihuolto

### 4.2.1 Putkien arina ja asennusalusta

Putkien asennustyössä tulee noudattaa erityistä tarkkuutta. Suurimman edellytyksen putkityön onnistumiselle tekee tasainen ja vaatimusten mukainen asennuspohja. Tässä työssä emme käsittele betoniputkien asennusta, sillä sen käyttö saneeraustyössä on vähäistä. Muoviset putket ovat yliverkaisia toimivuudeltaan tämän kokoluokan putkityössä, jota piha-alueilla käytetään.

Asennusalustan ja täytön materiaalien on oltava CE-merkittyjä ja suunnitelmien mukaisia. Jos CE-merkintää ei ole, voidaan tuotteen kelpoisuus määrittää paikallisilla kokeilla tai ominaisuudet voidaan osoittaa asianomaisen ministeriön tuotehyväksynnällä. Täyttömateriaalin tulee olla

sellaista, että se sopii kaikille kyseisen kaivannon putkille ja kaapeleille. Sen tulee olla sellaista, että se ei vahingoita asennettavien putkien pintoja tai liitoksia. Materiaali ei ehdottomasti saa sisältää lunta tai jäätä. (MaaRYL 2010, 82.)

Kiviainesarinassa materiaalina on sora tai murske, jonka rakeisuus on 0–32 mm tai jonka suurin raekoko on enintään 2/3 kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 150 mm. Jos arina ympäröidään suodatinkankaalla, on se oltava vähintään N3-luokkaa. (MaaRYL 2010, 82.)

Asennusalustassa ei koskaan saa olla lunta tai jäätä. Pakkaskaudella tehtävissä töissä on asennusalustan materiaalin rakeisuuden oltava vähintään yli 6 mm. Hienoaineksen pois jättämisen ansiosta maa-aines on kuivempaa, mikä on pakkaskaudella tehtävässä työssä elinehto. Asennusalustan materiaalin kelpoisuus todetaan tuoteselosteesta tai ennen työn aloittamista rakeisuustutkimuksella. (MaaRYL 2010, 82.)

Asennusalustan on oltava vähintään 150 mm paksu. Muhveja ja laippoja ei oteta huomioon paksuutta määritettäessä. Talviaikana alusta tulee tiivistää ennen sen jäätymistä. (MaaRYL 2010, 84.)

Muoviputken asennusalustana käytettävän luonnonkivimateriaalin suurin sallittu raekoko on 10% putken nimellistä mitasta, mutta kuitenkin korkeintaan 20 mm DN<200 mm putkille. Murskeen käyttö on sallittua kun muoviputken koko on suurempi kuin 100 mm. Murskeen suurin sallittu raekoko on 16 mm. Taulukossa 2 on esitetty Pipelifen suosittelemat materiaalit putkiasennuksiin.

Taulukko 2. Pipelifen ohje asennus- ja alkutäyttömateriaalista (Pipelife.fi)

Putkikoko	Materiaali	Suurin raekoko (mm)
< DN 200	Sora, hiekka	20
DN 200 - DN 600	Sora, hiekka	0,1 x DN
> DN 600	Sora, hiekka	60
> DN 110	Murske	16

Valmiissa kiviainesarinassa sijainti, asema ja kaltevuus ovat suunnitelma-asiakirjojen mukaiset sekä suurin sallittu epätasaisuus  $\pm 10$  mm/ 3 m ja paksuuden poikkeama korkeintaan +0,1 m. Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste >90% tai tiiviyssuhde <2,9 kevyellä pudotuspainolaitteella. (MaaRYL 2010, 86.)

Asennusalustana hiekka on kaikkein yleisimmin käytetty helppoissa ja keskivaikeissa asennuskohteissa. Hiekan saa riittävän tiiviiksi ja hiekasta on erittäin nopeaa tehdä tasainen asennusalusta. Mursketta tulee kuitenkin käyttää aina jos suunnitelma-asiakirjoissa sitä vaaditaan tai jos kaivanto on märkä. Märkään kaivantoon asennusalustan tekeminen hiekasta on usein mahdotonta, hiekan häiriintyessä täysin. Tässä tapauksessa tulee aina ottaa varman päälle ja käyttää karkeampaa materiaalia jolloin saadaan jämsämpi rakenne ja vältetään mahdollisilta korjaustöiltä.

Valmiissa asennusalustassa yläpinnan taso saa poiketa suunnitelman mukaisesta tasosta  $\pm 15$  mm/3 m ja suurin sallittu poikkeama 30 mm. Tiiviiden osalta pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste >90 % tai tiiviyssuhde >2,9 kevyellä pudotuspainolaitteella. (MaaRYL 2010, 86.)

Valmiin asennusalustan tarkkuus ja muoto ratkaisevat putkityön laadun. Tasaiselle ja tasaisesti tiivistetylle arinalle ja asennusalustalle on helppo asentaa putket ja se varmistaa putkilinjojen pitkäaikaisen toimivuuden.

Arinaa ja asennusalustaa tiivistäessä ei saa käyttää liian suurta tiivistyskalustoa varsinkin jos perusmaa on kosteaa ja helposti häiriintyvää.

Asennusalustan teossa käytetään pitkissä ja suorissa linjoissa putkilaseria, jolla saadaan alusta tehtyä heti oikeaan kaltevuuteen. Putkilaseri tulee tarkastaa ennen työn alkua ja työn aikana tulee suorittaa tarkistusmittauksia tasolaserilla.

Asennusalustan teossa ei saa unohtaa jalkamiestä joka tekee pinnan lopullisen hieromisen ja varmistaa ettei alustalla ole kiviä tai muuta, joka haittaa putkien asennusta ja kestävyyttä.

#### 4.2.2 Asennustyö

Asennustyössä noudatetaan aina suunnitelma-asiakirjojen mukaisia kaltevuuksia, jos se vain on mahdollista. On usein tapauksia, joissa suunnitelmat on tehty ilman kattavia selvityksiä vanhoista putkilinjoista, jolloin putkia ei voida asentaa vaadittuun kaltevuuteen tai se on jopa mahdotonta. Siksi on tärkeää itse tehdä tarkistusmittaukset linjan purkupäästä ja lähtöpäästä ja verrata korkeuseroa. Kun korkeusero ja linjan pituus tiedetään, voidaan laskea suurin mahdollinen kaltevuus.

Tällöin vältetään siltä, että syödään putkilinjan kaltevuus ennen aikojaan pois ennen kuin linja on purkupisteessä. Tämän vuoksi on myös otettava tasaisin välimatkoin tarkistuskorkoja, jotta ollaan selvillä linja senhetkisestä korosta ja huomataan mahdolliset asennusvirheet. Esimerkiksi, jos asennuskaltevuus on 0,3% eli 3 mm/1 m, pienetkin asennusvirheet vaikuttavat paljon lopulliseen onnistumiseen. Tarkistusmittauksiin riittää toimiva ja tarkistettu tasolaser, joka on käytännössä varmatoimisempi kuin putkityössä käytetty putkilaser. Myös kaivojen asennuksessa tulee korkeus tarkastaa useampaan kertaan ennen kaivon lopullista peittämistä ja tarkastaa kaivon pystysuoruus vatupassilla.

Asennustyössä tulee varmistaa putkien liitosten pitävyys ja tiiviys. Putkien kanssa tulee käyttää vain niihin sopivia tiivisteitä ja kulma- tai jatkokappaleita. Asennettavat putket pitää olla tarkastettuja mahdollisten kuljetus- ja valmistusvaurioilta. Muovisia putkia tulee säilyttää auringolta suojattuna.

Vesihuollon asennustoissa tärkeintä on laatu ja tarkkuus. Huolellisella asennus- ja täyttötyöllä varmistetaan putkilinjojen pitkäaikainen toimivuus. Putkilinjoja tehdessä ei siksi tule aina tuijottaa aikataulua ja saavutettuja työsaavutuksia orjallisesti. Nykyään kaikki asennetut viemärit kuvataan

ennen urakan luovuttamista. Linjan kuvaus paljastaa kaikki virheet työssä: vääärä tai riittämätön kaltevuus, painaumat ja suorat asennusvirheet. Tämän vuoksi työn aikana tulee kiinnittää huolellisuuteen ja tarkkuuteen huomiota, jotta vältytään korjaustoimenpiteiltä. Esimerkiksi yhden päivän pitempään kestävä asennustyö on huomattavasti halvempaa kokonaiskustannuksiltaan kuin pienenkin painauman korjaaminen putkilinjassa, mikä vie helposti täyden työpäivän lisäksi myös lisäkulut materiaaleissa. Tämän lisäksi myös kyseiseltä korjauskohdan rakennekerrokset sekoittuvat helposti ja näin aiheutetaan epähomogeeninen kohta rakenteeseen joka näkyy helposti pintarakenteen vauriona.

Putkilinjojen kuvaus tulee suorittaa mahdollisimman nopeasti, jotta mahdolliset korjaustoimenpiteet ehditään tehdä ennen pintarakenteiden tekoa.

#### 4.2.3 Täyttö

Putkikaivannon täyttö tulee tehdä erityistä varovaisuutta noudattaen. Tarkasti ja huolellisesti asennettu putkityö voidaan pilata huolimattomalla täytöllä, jolloin putket herkästi liikahtavat paikoiltaan. Lisäksi tiivistyskalusto täytössä ei saa olla liian raskasta ennen kuin putkien päällä on riittävästi maa-ainesta. Tällöin putket eivät litisty tai liiku. Myös koneiden liikkuminen täytetyn putkikaivannon päällä tulee estää ennen kuin täytössä on riittävästi maata. Varsinkin suuren pintapaineen omaavat koneet kuten pyöräkuormaaja voivat aiheuttaa helposti vaurioita putkiin liikkeessaan niiden yli.

Alkutäytössä materiaalina muoviputkille käytetään hiekkaa tai soraa, jonka suurin raekoko 0,1 x putken sisäläpimitta, mutta kuitenkin enintään 60 mm. Murskattuja kiviaineksia voidaan käyttää kun putkikoko on >100 mm ja suurin raekoko on 16 mm. Talviaikana täytönä voi käyttää kuivaa kiviainesta, josta alle 6 mm aines on poistettu. Esimerkkinä taulukossa 2 on esitetty Pipelifen valmistaman Pragma PP – maaviemäreiden vaatimukset alkutäytölle.

Ennen alkutäytön tekoa tulee varmistaa, että putket ovat vahingoittumattomia, oikein asennettuja ja oikeilla paikoillaan. Myös täytön aikana tulee huolehtia, että putket pysyvät paikallaan. Täyttömateriaali tulee laskea kaivantoon erittäin huolellisesti ja tasaisesti, jotta putket eivät liikahta tai vahingoitu. Alkutäyttöä ei saa tiivistää raskaalla kalustolla ja koneiden ajaminen putkien yli tulee estää ennen kuin peitesyvyys on vähintäänkin eri putkimateriaaleille määritetyn peitesyvyyden mukainen. Päällusrakennekerrosten raskaampi tiivistäminen ja yliajaminen sallitaan vasta kun muoviputken päällä on vähintään 500 mm täyttöä putken laelta mitattuna. Putken valmistajalta tulee aina tarkistaa täytön vähimmäispaksuus. (MaaRYL 2010, 84.)

Valmiissa alkutäytössä liikennöitävällä alueella pienin sallittu yksittäinen tiiviyssaste  $>92\%$  tai tiiviyssuhde  $>2,8$  kevyellä pudotuspainolaitteella. Salaojien ja kaapeleiden täytön tiiviyys on sama kuin ympäröivän rakenteen. (MaaRYL 2010, 86.)

Lopputäyttö tulee tehdä tiivistyskelpoisella kivennäismaalla. Kaivuumaita voi käyttää, mikäli se on tiivistyskelpoista. Jos materiaali tuodaan muualta, tulee sen vastata routimisominaisuuksiltaan kaivannosta poistettua materiaalia eli sen hienoainespitoisuus on  $0,8...1,2$  x kaivannosta poistetun materiaalin hienoainespitoisuudesta. Suurin kivien tai lohcareiden läpimitta on  $2/3$  kerrallaan tiivistettävän kerroksen paksuudesta, mutta kuitenkin enimmillään 400 mm. Liikennöitävällä alueella lopputäyttöön käytetty materiaali todetaan kelpoiseksi rakeisuustutkimuksilla, ellei materiaalista ole sitä jo ennestään saatavilla. Liikennealueen ulkopuolella lopputäytössä käytetään yleensä kaivuumaita. (MaaRYL 2010, 83.)

Lopputäytön materiaalilla on suuri merkitys routivuuden kannalta. Jos lopputäyttö tehdään ympäröivää maata routivuudeltaan hyvinkin erilaisella maa-aineksella, aiheuttaa se routavaurioita pintarakenteessa.

Liikennöitävällä alueella lopputäyttö ulotetaan rakennekerrosten alapintaan ja täyttö tiivistetään joko ympäröivän penkereen tai rakennekerroksen tiiviyteen. Liikennealueen ulkopuolella oleva lopputäyttö voidaan jättää tiivistämättä,



mutta täytössä tulee ottaa huomioon maa-aineksen painuminen ajansaatossa. Tämä huomioidaan tekemällä täyttö riittävästi maanpinnan yläpuolelle, jotta lopputäyttö painuu ajansaatossa suunnitelma-asiakirjojen mukaiseen korkeuteen. (MaaRYL 2010, 85.)

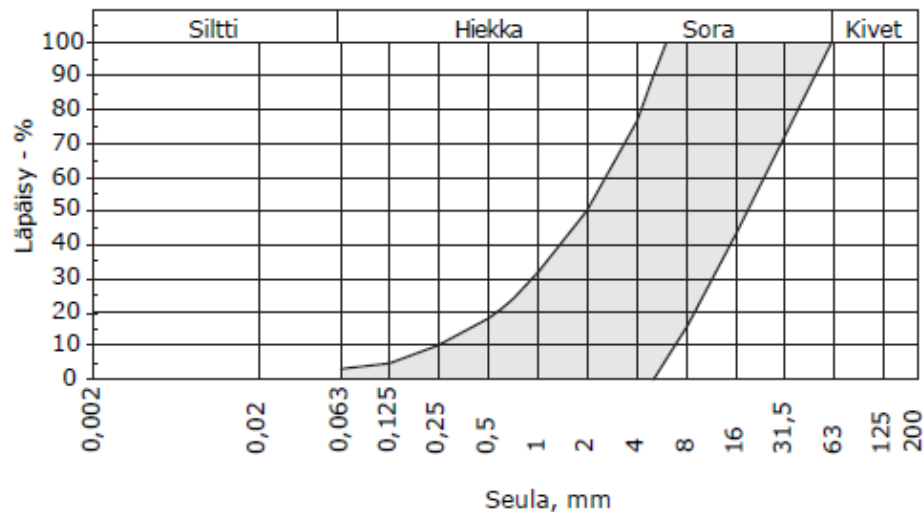
Valmiissa lopputäytössä pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste >90% tai tiiviyssuhde >2,9 kevyellä pudotuspainolaitteella. Liikennöitävän alueen ulkopuolella valmiin tiiviyden määrittää tuleva päällysrakenne tai suunnitelma-asiakirjat. Pinnan korkeus ja kaltevuus tulee olla suunnitelman mukainen. (MaaRYL 2010, 86.)

Putkikaivannon täytön tiiviysaste todetaan mittauksin 20 metrin välein tai tiiviyssuhde 10 metrin välein, mutta kuitenkin vähintään yksi mittaus työkohdetta kohti.

Lopputäytön materiaalilla on suuri merkitys myös vesien kulkeutumisen kannalta. Esimerkiksi jos koko putkikaivanto lopputäytetään vettä läpäisevällä hiekalla rakennekerrosten alapintaan asti ja perusmaa on esimerkiksi tiivistä moreenia, niin rakennekerroksessa kulkevat vedet kulkeutuvat salaojituksen sijaan osittain myös putkikaivantoon.

Salaojatyössä täyttömateriaalilla on suuri merkitys salaojien toimivuuden kannalta. Oikea ympärystäyttö varmistaa salaojan tehokkaan toimivuuden ja estää se tukkeutumisen. Kuviossa 18 on esitetty ohjekäyrä salaojan täyttömateriaalille. Siinä hienoainespitoisuus on vähäinen.

Imeytyssalaojaputket ympäröidään joka puolelta vähintään 200 mm kerroksella ohjealueen mukaista mursketta ja ympärystäyttö tasataan vaadittuun kaltevuuteen ja tiivistetään yhdessä ympärillä ja päällä olevan täytön kanssa. (MaaRYL 2010, 85.)



Kuvio 18. Salaojen ympärystäytössä käytettävän luonnonsoran tai murskeen rakeisuuden ohjealue (MaaRYL 2010, 84)

Salaojen materiaalina on käytetty normaalin salaojasepelin lisäksi myös esimerkiksi masuunikuonaa, jos se täyttää rakeisuusvaatimukset.

Taulukko 3. Pragma PP maaviemärijärjestelmän tiivistysohje alkutäyttöön (Pipelife.fi)

Materiaalin tyyppi	Sora, hiekka, murske	Ajokerroksia vähintään
Tamppauslaite, 70kg	300	4
Tärylevy, 100kg 1	150	6
Tärylevy, 100kg 2	200	6

Putkikaivannon tiivistystöissä tulee välttää isojen maantiivistyskoneiden käyttöä. Käytännön töissä asennusalustan tiivistämiseen riittää 100–150 kiloinen maantiivistyskone kuten Pipelifen asennusohjeessa taulukossa 3 on myös esitetty. Alku- ja lopputäytössä ei 100 kiloista suurempaa ole turvallista käyttää ennen kuin putken päällä on reilusti maa-ainesta. Vaikeissa ja ahtaissa paikoissa tiivistysvälineenä käy myös esimerkiksi jalalla polkeminen.

### 4.3 Sähkötekniikka

#### 4.3.1 Asennus

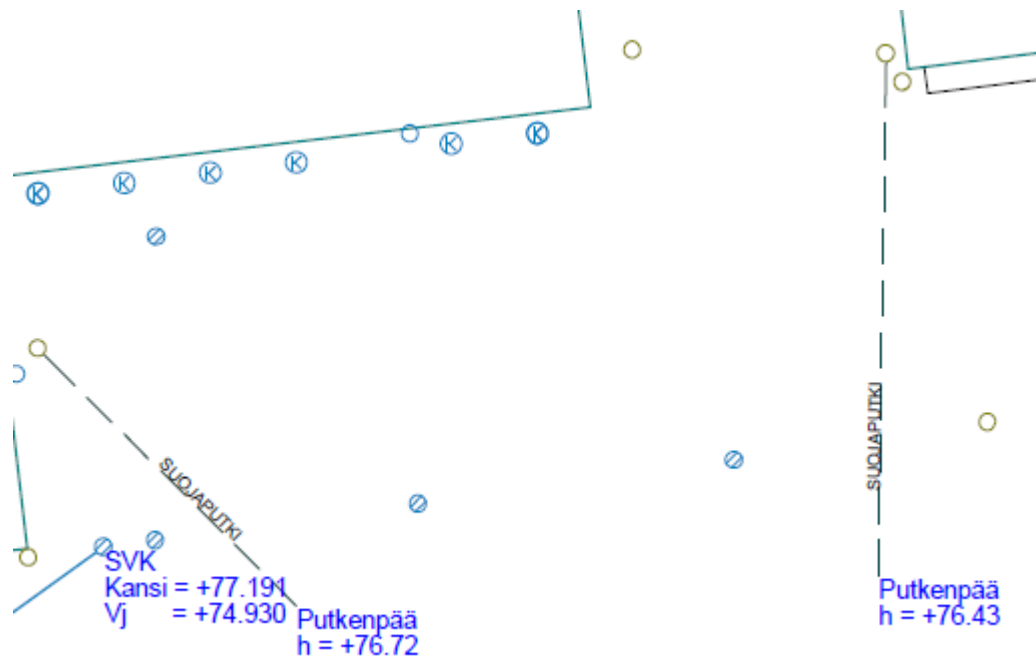
Tässä luvussa käsitellään sähkötöitä maarakennuksen näkökulmasta eli lähinnä kaapelitöitä ja laitteita kuten autolämmitystolppia ja valopylväitä.

Kaapeleiden asennus ei ole erityisen vaativaa onnistumisen kannalta vaan lähinnä tärkeintä on oikea peitesyvyys, kaapeleiden suojaus kouruilla tai putkilla sekä oikea täyttömateriaali.

Liikennöidyillä alueilla kaapeli on suositeltavaa asentaa ennalta asennettuun suojaputkeen. Tällöin kaapeleiden asennustyöt, korjaustyöt ja lisätyöt voidaan suorittaa kaivamatta liikennöitävää aluetta. Suojaputkien risteyskohdissa tulee olla kaapelikaivo, joka helpottaa asennus ja huoltotöitä. Kaapelikaivona toimii erinomaisesti tavallinen maapohjainen betonikaivo johon on piikattu tai porattu läpiviennit. Kaapelikaivojen merkitys on myös kosteutta poistava. Kaapelien suojaputket asennetaan kaltevuuteen koivoihin päin jolloin mahdollinen kosteus putkista valuu kaivoon ja sitä kautta maahan.

Autolämmitystolpissa ja valaisimissa on aina betoninen jalusta. Sille tulee kaivaa suunnitelma-asiakirjojen mukainen perustus. Routimattomalla perustuksella ja ympäristäytöllä varmistetaan, ettei esimerkiksi valaisin kaadu tai mene vinoon routimisen vuoksi.

Myös kaapelitöistä tulee vaatia ja huolehtia tarkkeiden ottamista työn jälkeen. Tällöin tiedetään varausputkien ja kaapeleiden sijainnit, mikä helpottaa tulevien töiden suunnittelua ja toteutusta. Varauspuket tulee varustaa valmiiksi vetonaruilla, joilla helpotetaan kaapeleiden asennusta putkiin.

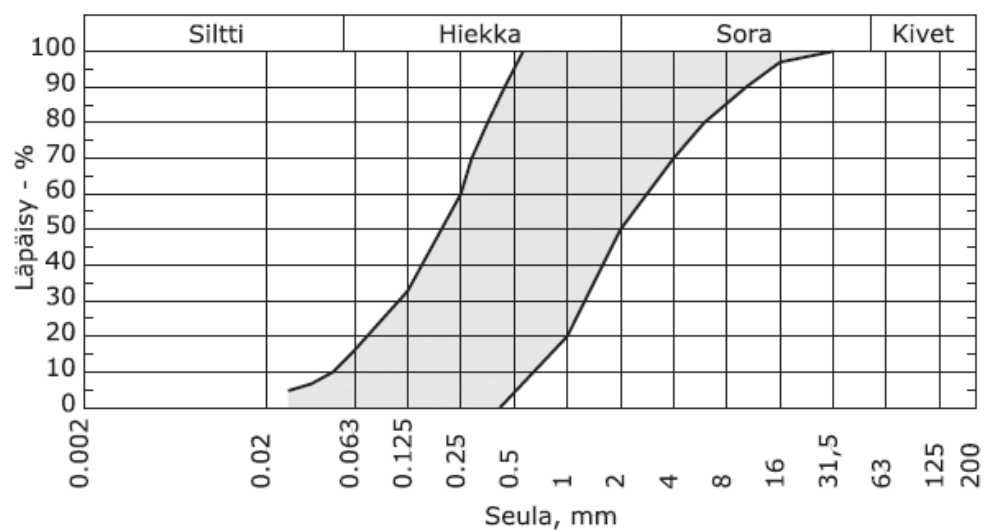


Kuvio 19. Tarkemittaukset kaapelivarausputkista (Hyryläinen 2013)

Kuvion 19 tarkekuvan avulla tiedetään varausputkien sijainti, jolloin helpotetaan tulevien kaapelitöiden suunnittelua ja toteutusta.

#### 4.3.2 Täyttö

Kaapeleiden, suojaputkitusten ja hiekkasuojatun kanavan asennusalueena alkutäyttönä tulee käyttää hiekkaa, jonka rakeisuus on määritelty kuviossa 20.



Kuvio 20. Kaapeleiden suojatäytön hiekan rakeisuusalue (MaaRYL 2010, 83)

Oikeanlainen suojahiekka on tärkeä kaapelien asennuksessa. Hiekassa ei saa olla kiviä, jotka vahingoittavat kaapeleita.

Alkutäytössä suojaputkien sivutuki estää putkea liikahtamasta lopputäytön ja esimerkiksi liikenteen vaikutuksesta. Täyttö tehdään riittävän pitkinä osuuksina, jotta koneellinen tiivistys onnistuu. Liikennealueen ulkopuolella alkutäyttö voidaan tehdä tiivistämättömänä jos suunnitelmissa niin on esitetty. Johdot ja kaapelit merkitään varoitusnauhalla 300 mm kaapelin yläpuolelle. (MaaRYL 2010, 85.)

Valaisinten yms. perustuksissa tulee noudattaa suunnitelma-asiakirjoja. Niiden perustusten täyttömateriaalina ja ympärystäytönä on useimmiten routimaton hiekka, sora tai murske. Jalustojen alla olevan maa-aineksen tiivistys tulee tehdä hyvin, jotta jalustat eivät painu.

Varoitusnauhan vetäminen on erittäin tärkeää, jotta tulevissa kaivuutöissä ei vahingoiteta kaapeleita. Myös suojaputkien ympärystäytöstäyttö hiekalla on tärkeää, jotta suojaputket eivät rikkoonnu kivien vaikutuksesta. Tällöin suojaputken käyttötarkoitus ja idea menetetään eikä uusia kaapeleita voida työntää putkea pitkin esimerkiksi kaapelikaivojen välillä.

Lopputäyttö tulee tehdä tiivistyskelteisellä kivennäismaalla. Kaivuumaita voi käyttää, mikäli se on tiivistyskelpoista. Jos materiaali tuodaan muualta, tulee sen vastata routimisominaisuuksiltaan kaivannosta poistettua materiaalia eli sen hienoainespitoisuus on  $0,8...1,2 \times$  kaivannosta poistetun materiaalin hienoainespitoisuudesta. Suurin kivien tai lohcareiden läpimitta on  $2/3$  kerrallaan tiivistettävän kerroksen paksuudesta, mutta kuitenkin enimmillään 400 mm. Liikennöitävällä alueella lopputäyttöön käytetty materiaali todetaan kelpoiseksi rakeisuustutkimuksilla, ellei materiaalista ole sitä jo ennestään saatavilla. Liikennealueen ulkopuolella lopputäytössä käytetään yleensä kaivuumaita. (MaaRYL 2010, 83.)

Lopputäytössä noudatetaan samaa ohjetta kuin putkikaivannon lopputäytössä MaaRYL 2010 kohdan 2233.4.5 mukaan.

## 5.TÄYTTÖ

### 5.1 Täytön varotoimet ja tehokkuus

Kun valmis kaivanto on tarkistettu ja kaikki asennustyöt on tehty, voidaan aloittaa kaivannon täyttö. Täytössä tärkeintä on riittävä täyttö- ja tiivistyskalusto. Täyttö tulee tehdä riittävinä kerroksina, jotta varmistetaan riittävä tiiveys.

Täyttötyö tulee suorittaa varovaisesti putkilinjojen, kaivojen ja muiden laitteiden läheisyydessä, jotta vältetään niiden likahtamiselta tai vaurioitumiselta. Erityisesti pyöräkuormaajalla tulee välttää putkilinjojen yli ajamista ennen kuin niiden päällä on reilusti maa-ainesta.

Kaikkien alueen kaivojen päälle tulee asentaa kannet tai muut suojat, jotta estetään maa-aineksen joutuminen kaivoon.

Kaapeleiden kohdalla tulee estää niiden liikkuminen täyttötyön aikana ja varmistaa, että varoitusnauhat muistetaan asentaa. Tämä seikka usein unohtuu kun täyttöä tehdään kiireellä.

Tehokkaassa täyttötyössä kuljetuskalusto on mitoitettu siten, että täyttökone esimerkiksi pyöräkuormaaja joutuu tosissaan työskentelemään, mutta on muistettava yllä olevat varokohdat. Nopea täyttötyö kostahtuu helposti huonona työnjälkenä. Ahtaissa ja tarkkuutta vaativissa täytöissä tulee käyttää kaivinkonetta lapiomiestä unohtamatta.

Täyttötyössä ajokaluston reitti tulee huomioida ja tarvittava kasetointipaikka. Näin työ saadaan sujuvaksi ja vältetään työmaan ruuhkautumista.



Kuvio 21. Jakavan kerroksen täyttöä

Kuvion 21 tilanteessa täyttö tehtiin neljällä kasettiyhdistelmällä, yhdellä pyöräkuormaajalla ja yhdellä pyöräalustaisella kaivinkoneella, joka hoiti ahtaat paikat. Kun täyttökoneita ja kohteita työmaalla on useampia, tulee autoja koordinoita, jotta saadaan molemmille koneille oikeaa täyttömateriaalia ja riittävän paljon. Esimerkiksi toinen kone voi olla tekemässä suodatinkerrosta samaan aikaan kun toinen jakavaa kerrosta. Tällöin työmaalle tuodaan materiaalia sen mukaan.

Rakenteiden tiivistykseen otetaan lisää kantaa luvussa 5.7

## 5.2 Penkereen tekeminen ja materiaali

Liikennöitävällä alueella pengermateriaalina käytetään hiekkaa ja sitä karkeampi tiivistettäviä kivennäismaalajeja InfraRYL 2010 kohdan 18110.1 mukaan. Kiviaineksessa ei saa olla suurempia kiviä kuin  $\frac{2}{3}$  kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Kiviaineksen kelpoisuus todetaan

toimitusasiakirjoista ja työn aikana materiaalin kelpoisuus tarkastetaan jos silmämääräisesti huomataan poikkeamia. (MaaRYL 2010, 74.)

Maisematäyttöissä käytetään läjitys- ja tiivistyskelpoista maata, jotka eivät kuitenkaan sisällä humusta. Maa-aines tarkastetaan silmämääräisesti. Pengermateriaali ei saa sisältää epäpuhtauksia haitallisia määriä eikä lunta ja jäätä. (MaaRYL 2010, 74.)

Maapohjan ominaisuudet ja suunnitelmien mukaisuus tarkastetaan ennen penkereen tekoa. Ennen penkereen tekoa tulee huolehtia lumen ja jään poistamisesta ja siitä, että alusta on muotoiltu oikein veden poistumisen kannalta. (MaaRYL 2010, 74.)

Pengerrystyö tehdään tasapaksuina vaakasuorina ja alle 0,7 m paksuisina kerroksina. Penger tehdään riittävän leveänä, että rakenne on tiivistyksen jälkeen vaadittujen mittojen mukainen. Tiivistyksessä käytetään vettä tarvittaessa optimikosteuden saavuttamiseksi. Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus riippuu tiivistettävän materiaalin laadusta ja tiivistyskalustosta. Liiallista tiivistämistä tulee välttää materiaalin löyhtymisen ja hienontumisen estämiseksi. (MaaRYL 2010, 75.)

Talviaikaan huolehditaan, että mahdollisimman pieni alue maarakenteesta on alttiina pakkaselle. Materiaalit eivät saa jäätyä ennen tiivistystä, eli talvella tiivistys tulee tehdä heti levityksen jälkeen. Jäätynyttä pengertä ei voi tiivistää. (MaaRYL 2010, 75.)

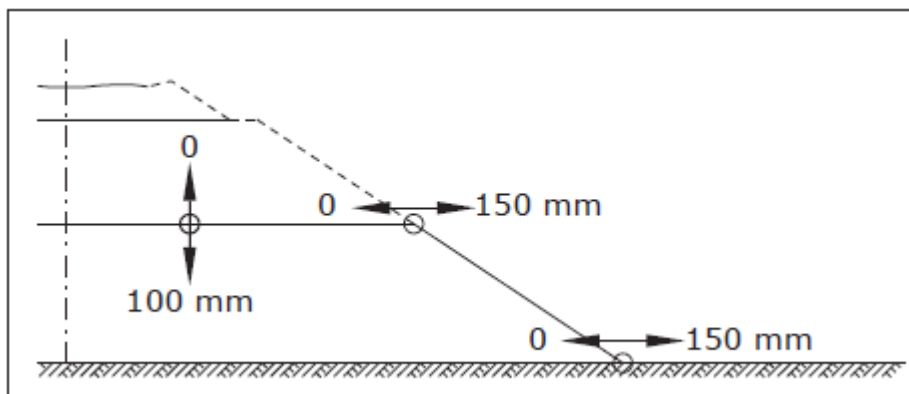
Taulukko 4. Valmiin penkereen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset (MaaRYL 2010, 76)

		Laatuluokka		
		1 Rakennuksen alla	2 Liikennealueella	3 Viheralue
Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	%	≥ 95	≥ 90	≥ 87
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo	MN/m <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> ≥ 50	E <sub>1</sub> ≥ 40	–
Tiiviyssuhde (kevyt pudotuspainolaite d 300 mm)	E <sub>max</sub> /E <sub>1</sub>	1,7	2,0	2,1

Taulukon 4 vaatimukset asetetaan joko tiiviyssuhteelle tai kantavuusarvolle.



Penkereen muodon ja korkeusaseman on oltava suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Sen yläpinta ei saa olla suunniteltua korkeammalla eikä pintaan saa jäädä vetää kerääviä painanteita. Suurimmat sallitut poikkeumat ovat kuvion 22 mukaiset.



Kuvio 22. Maapenkereen tarkkuusvaatimukset (MaaRYL 2010, 76)

Maapenkereen kelpoisuus suoritetaan mittaamalla poikkileikkauksen mitat 10 metrin välein. Laatuluokissa 1 ja 2 tiiviyttä tarkkaillaan mittaamalla jokaisesta valmiista kerroksesta tiiviys tai kantavuus yhdellä kokeella 500 m<sup>2</sup>:ä kohden. Laatuluokassa 3 tiivistämistä tarkkaillaan työmenetelmällä johon sisältyy tiivistyskertojen, kerrospaksuuden ja pengermateriaalin valvonta. Katselmuspöytäkirjat, laadunvalvontaraportit ja suorituspöytäkirjat tulee koota laadunvalvonta-asiakirjoihin. (MaaRYL 2010, 77.)

### 5.3 Suodatinkankaan käyttöluokka ja asennus

Suodatinkankaan laatu tarkistetaan toimituserittäin pakkausmerkintöjen ja toimitusasiakirjojen perustella. Kankaan ehjyys katsotaan silmämääräisesti. Liikennöidyillä alueilla suodatinkankaan käyttöluokka määritellään pohjamaan, rakentamisolosuhteiden ja täyttömateriaalin enimmäisraekoon mukaan taulukkoa 5 noudattaen. (MaaRYL 2010, 89.)

Taulukko 5. Suodatinkankaan käyttöluokan valinta liikennöityjen alueiden rakenteissa (MaaRYL 2010, 89)

Pohjamaa	Rakentamisolosuhteet <sup>2)</sup>	Täyttömateriaalin enimmäisraekoko ( $d_{max}$ ), mm	
		$d_{max} < 60$	$60 < d_{max} < 200$
Pehmeä Tv, Sa (su < 25 kPa)	Normaalit	N3	N4
	Suotuisat	N3	N3
Kiinteä Sa (su > 25 kPa), Si, Hk, Sr	Normaalit	N3	N3
	Suotuisat	N2	N2

Suodatinkankaalla estetään pohjamaan ja täyttömateriaalin sekoittuminen. Se myös lujittaa ja sitoo pohjamaata. Suodatinkankaan pois jättämisellä ei heti ole juurikaan vaikutusta, vaan vaikutukset tulevat esille vuosien kuluttua.

Kangasrullia ei saa jättää levitettyinä auringon valolle alttiiksi kahta viikkoa pidemmäksi aikaa. Kankaita asennettaessa tulee kankaat limittää 0,5 m täytön tai jakavan kerroksen alla. Kankaan päällä ei saa liikkua koneilla tai autoilla. Jos liikkumista vaaditaan, on kankaan päällä oltava vähintään 0,3m soraa tai mursketta. Raskaalle liikenteelle vaaditaan 0,5m:n kerrospaksuus. Vaurioitunut kangas on poistettava ennen täyttöä tai peitettävä uudella kankaalla limitysohjeen mukaan. (MaaRYL 2010, 90.)

Valmis asennettu suodatinkangas asettaa sille tulevat kuormitukset suunnitellun mukaisesti. (MaaRYL 2010, 91.)

#### 5.4 Suodatinkerroksen tekeminen ja materiaali

Suodatinrakenteeseen käytettävän materiaalin kelpoisuus osoitetaan ensisijaisesti CE-merkinnällä. Mikäli CE-merkintää ei ole, tuotteen ominaisuudet voidaan varmistaa asianomaisen ministeriön tuotehyväksynnällä tai rakennuspaikkakohtaisilla kokeilla. (MaaRYL 2010, 88.)

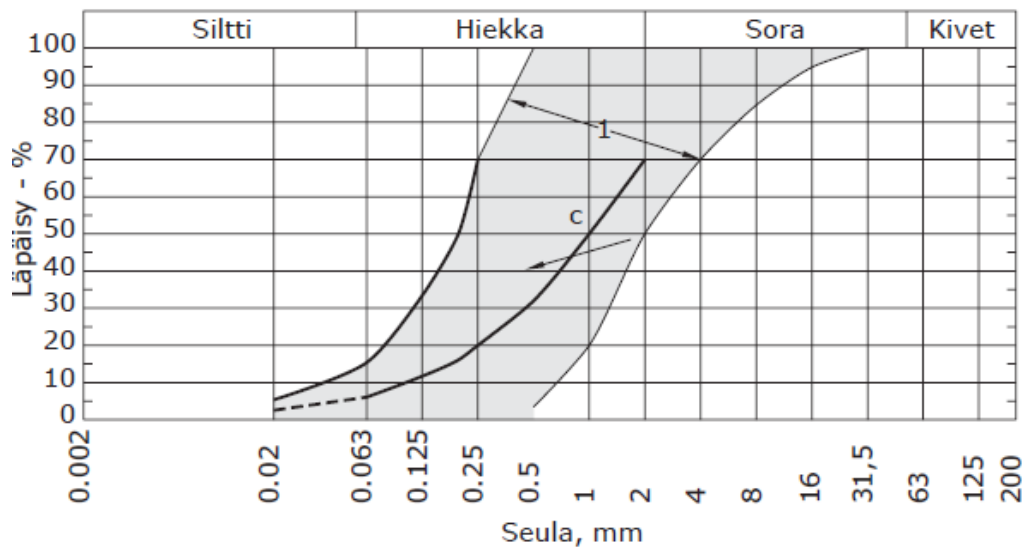
Suodatinkerrokseen käytetään hiekkaa, jonka rakeisuus on kuvion 23 ja 24 rakeisuuden mukainen. Hiekassa ei saa olla savea eikä haitallisia epäpuhtauksia kuten humusta. (MaaRYL 2010, 88.)

$$\frac{d_{20} \text{ eristys/suodatin}}{d_{20} \text{ pohjamaa}} \leq 40$$

$$\frac{d_{20} \text{ jakava}}{d_{20} \text{ eristys/suodatin}} \leq 40$$

$d_{20}$  = läpäisyprosenttia 20 vastaava raekoko, mm.

Kuvio 23. Suodatinkerroksen materiaalin rakeisuusehto (MAARYL 2010, 88)



Kuvio 24. Suodatinkerroksen rakeisuuden tulee olla normaalisti alueella 1 (MaaRYL 2010, 88)

Suodatinrakenteen alusta tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Maapohja on leikattu ja tasattu suunnitelmien mukaan tai pohja on rakennettu, tasattu ja tiivistetty suunnitelmien mukaan. (MaaRYL 2010, 89.)

Suodatinkerros tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaan yhtenä tai useampana kerroksena riippuen tiivistyskalustosta. Tiivistys tehdään koko leveydeltä. Liiallista tiivistämistä ei saa tehdä, jotta materiaali ei löyhdy. Kerroksittain tiivistäessä pinta on tasattava, jotta vettä kerääviä painanteita ei synny. Suodatinkerroksen päällä saa liikkua vain sen rakentamiseen käytettävällä kalustolla. Työn aikana tulee seurata, että materiaalit eivät sekoitu tai lajitu niitä työstäessä. Materiaali ei saa päästä jäätymään ennen tiivistystä. (MaaRYL 2010, 90.)

Valmis suodatinkerros on taulukoiden 6 ja 7 vaatimusten mukainen. Taulukon 6 vaatimus asetetaan joko tiiviysasteelle tai kantavuusarvolle.

Taulukko 6. Valmiin suodatinkerroksen tiiviysvaatimukset (MaaRYL 2010, 91)

		<b>Laatu- luokka 1<sup>1)</sup></b>	<b>Laatu- luokka 2</b>
Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	%	≥ 90	≥ 87
Tiiviyssuhde (kevyt pudotuspainolaite d 300 mm)	$E_{\max}/E_1$	≤ 2,0	≤ 2,1

<sup>1)</sup> normaaliluokka

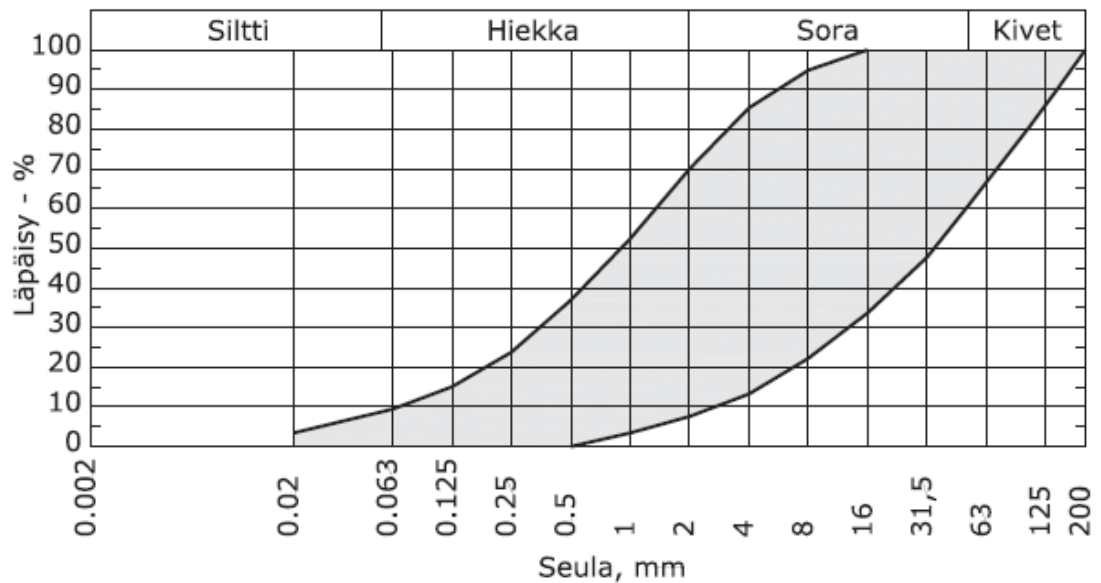
Taulukko 7. Suodatinkerroksen sallitut enimmäispoikkeamat (MaaRYL 2010, 91)

		<b>Laatu- luokka 1<sup>1)</sup></b>	<b>Laatu- luokka 2</b>
Yläpinnan leveys	mm	0...+150	0...+250
Yläpinnan taso	mm	± 50	± 50
Pinnan tasaisuus	mm/3 m	20	40

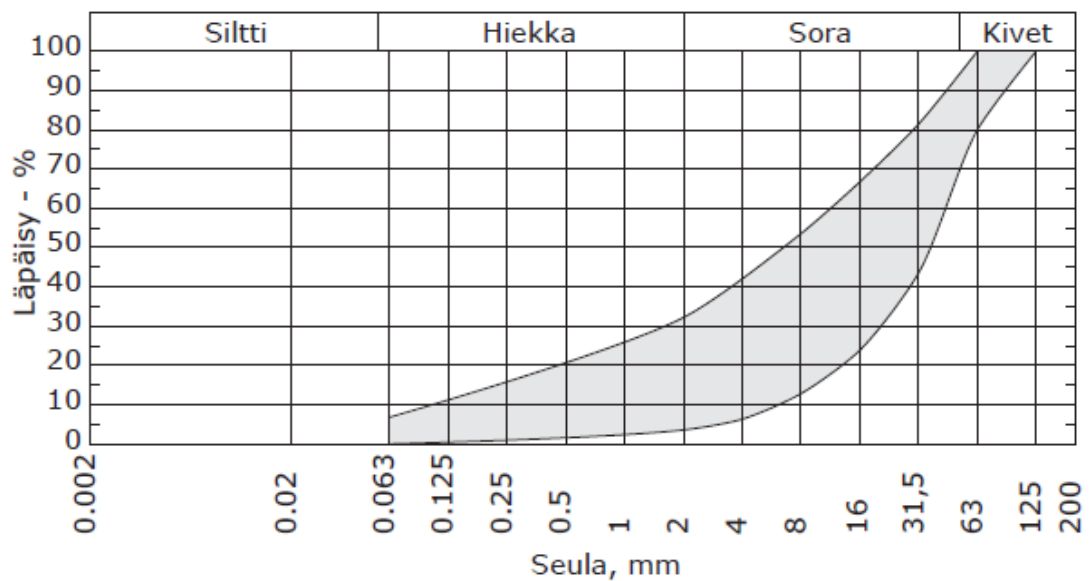
<sup>1)</sup> normaaliluokka

### 5.5 Jakavan kerroksen tekeminen ja materiaali

Jakava kerros tehdään sorasta tai murskeesta. Luonnonsoraa käytettäessä tulee soran olla kuvion 25 rakeisuuskäyrän mukainen. Jos jakavassa kerroksessa käytetään mursketta, on se yleisesti 0/56 mm, 0/63 mm tai 0/90 mm -mursketta. Esimerkiksi 0/63 mm murskeen rakeisuusohjealue kuviossa 26. Muiden murskeiden ohjealueet löytyvät InfraRYL:stä. Suurin raekoko saa olla enintään puolet kerroksen paksuudesta. (MaaRYL 2010,s. 87–88.)



Kuvio 25. Jakavan kerroksen luonnonsoran rakeisuusohjealue. (MaaRYL 2010, 87)



Kuvio 26. Jakavan kerroksen murskeen 0/63mm rakeisuusohjealue (MaaRYL 2010, 87)

Jakava kerros tehdään yhtenä tai useampana kerroksena laadun, kerrospaksuuden ja tiivistyskaluston mukaan. Pakkaskelillä jakava kerros tiivistetään välittömästi levittämisen yhteydessä. Materiaaliin ei saa olla sekoittuneena lunta, jäätä tai jäätynyttä maata. Tiiviys tutkitaan rakenteen sulamisen jälkeen. (MaaRYL 2010, 89.)

Valmiissa jakavassa kerroksessa tiiviys tai kantavuus on taulukon 8 mukainen. Vaatimus asetetaan joko tiiviyssuhteelle tai kantavuusarvolle.

Jakavan kerroksen enimmäispoikkeamat ovat olevan taulukon 9 mukaiset. (MaaRYL 2010, 90.)

Taulukko 8. Jakavan kerroksen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset (MaaRYL 2010, 90)

		Laatu- luokka 1 <sup>1)</sup>	Laatu- luokka 2
Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	%	≥ 92	≥ 90
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo (pudotus- tai levykuormituslaite)	MN/m <sup>2</sup>	$E_2 \geq 90$	$E_2 \geq 80$
Tiiviysuhde (levykuormituskoe)	$E_2/E_1$	≤ 2,2	≤ 2,2
Tiiviysuhde (kevyt pudotuspainolaite d 300 mm)	$E_{\max}/E_1$	≤ 1,9	≤ 2,0

<sup>1)</sup> normaaliluokka

Taulukko 9. Jakavan kerroksen sallitus enimmäispoikkeamamitat (MaaRYL 2010, 90)

		Laatu- luokka 1 <sup>1)</sup>	Laatu- luokka 2
Yläpinnan leveys	mm	0...+150	0...+250
Yläpinnan taso	mm	± 15	± 30
Pinnan tasaisuus	mm /3 m	20	40

<sup>1)</sup> normaaliluokka

Valmiin kerroksen taso, tasaisuus ja leveys tarkistetaan 10 m:n välein. Kantavuus- ja tiiviysmittausten määrä esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. Jos alueella on johtokaivantoja, tulee vähintään yksi mittaus tehdä johtokaivannon päältä. Työmaalla tulee olla ajan tasalla oleva laatukansio, jossa on käytettyjen materiaalien rakeisuustiedot, tarkemittaukset ja kantavuus tai tiiviyskokeiden tulokset. (MaaRYL 2010, 91.)

## 5.6 Sitomattoman kantavan kerroksen tekeminen ja materiaali.

Sitomaton kantava kerros tehdään kallio- tai soramurskeesta. Kiviaineksessa ei saa olla epäpuhtauksia tai ympäristölle haitallisia aineita eikä kiviaines saa olla rapautunutta tai rapautumisherkkää. Materiaalin on oltava käyttökohteeseen soveltuvaa ja iskunkestävyyttä kuvaava Los Angeles -luku on enintään 30. Hankekohtaisesti tilaaja voi hyväksyä myös heikompia LA -luokkia kuten 40. (MaaRYL 2010, 125.)

Kantavassa kerroksessa käytetään yleisesti rakeisuuksia 0/32mm...63mm. Tätä hienompirakeiset murskeet ovat helpompia levittää, muotoilla ja tiivistää, mutta niiden kantavuus on heikompi, mikä vaikeuttaa myös päällystystöitä.

Kantavassa kerroksessa voidaan käyttää uusiomateriaaleja esimerkiksi betonimursketta, jos laatuvaatimukset ja ympäristölupaehdot täytetään. Esimerkiksi myös jotkin terästeollisuuden kuonista on määritetty tuotteiksi, joiden käyttöön ei tarvitse hakea ympäristölupaa. (MaaRYL 2010, 125.)

Sitomattoman kantavan kerroksen alusta täyttää MaaRYL 2010 luvun 2234 vaatimukset eli päällysrakenteen vaatimukset. Ennen kantavan kerroksen tekoa varmistetaan sen alustan taso, leveys ja pintojen muoto. Alustalta poistetaan jää, lumi ja jäätynyt maa. (MaaRYL 2010, 126.)

Sitomaton kantava kerros tehdään yhtenä kerroksena. Ajo ja levitys järjestetään siten, että kiviaines ei lajitu. Tiivistys tehdään tarkoitukseen soveltuvalla tiivistyskalustolla. Liiallista tiivistystä tulee välttää, koska se voi löyhdyttää kerroksia tai lisätä hienoainespitoisuutta. Liiallisella jyräyksellä murskeen hienoaines nousee pintaan, joka ei ole päällystystöille ihanteellinen alusta. (MaaRYL 2010, 126.)

Valmis sitomaton kantava kerros on taulukon 10 mukainen. Vaatimus asetetaan joko tiiviysasteelle tai kantavuusarvolle. (MaaRYL 2010, 126.)

Taulukko 10. Kantavan kerroksen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset (MaaRYL 2010 126)

		Laatu- luokka 1 <sup>1)</sup>	Laatu- luokka 2
Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	%	≥ 92	≥ 89
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo	MN/m <sup>2</sup>	$E_2 \geq 120$	$E_2 \geq 100$
Tiiviysuhde (levykuormituskoe)	$E_2/E_1$	≤ 2,0	≤ 2,0
Tiiviysuhde (pudotuspainolaite Ø 300 mm)	$E_{\max}/E_1$	≤ 1,7	≤ 1,7

<sup>1)</sup> normaaliluokka

Kantavan kerroksen enimmäispoikkeamat ovat taulukon 11 mukaiset. Kantavan kerroksen muodolla ja paksuudella on suuri merkitys valmiin pinnan toimivuuden kannalta. Pinnan tulee olla sen mukainen, että asfalttipäällystysten jälkeen pinta on oikeassa kaltevuudessa, jotta pintavedet kulkeutuvat oikein.

Taulukko 11. Kantavan kerroksen sallitut enimmäismittapoikkeamat (MaaRYL 2010, 127)

		Laatu- luokka 1 <sup>1)</sup>	Laatu- luokka 2
Yläpinnan leveys	mm	0...+150	0...+250
Yläpinnan taso	mm	± 15	± 30
Pinnan tasaisuus	mm/3 m	20	20

<sup>1)</sup> normaaliluokka

Valmiin kerroksen taso, tasaisuus ja leveys tarkastetaan 10 metrin välein. Kantavuusmittaukset tehdään levykuormitus- tai pudotuspainolaitteella. Mittausten määrä osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa. Kevyellä pudotuspainolaitteella mittausmäärä on vähintään kaksinkertainen levykuormituskokeeseen verrattuna. Jos alueella on johtokaivantoja, tulee vähintään yksi mittaus tehdä niiden päältä. Työmaalla kootaan laadunvalvonta asiakirjoihin vähintäänkin materiaalien rakeisuustiedot,



iskunkestävyydet, tarkemittaukset sekä tiiviys- tai kantavuuskokeiden tulokset. (MaaRYL 2010, 127.)

Kantavan kerroksen levityksessä on hyvä muistaa kareen leviäminen kerroksen ulkopuolelle. Tämä aiheuttaa lisätöitä nurmialueen teossa, jos murskekareen joutuu siivoamaan pois multauksen tai kylvön yhteydessä.

## **5.7 Tiivistystyö**

Tiivistystyössä tulee huomioida riittävä tiivistyskalusto, tiivistyskerrat ja ympäristön huomiointi. Hyvin lähellä rakennuksia, ahtaissa paikoissa ja lähellä herkkiä rakenteita liian suurta jyräyskalustoa tulee välttää.

Erityiset varottavat paikat kuten, kaivot, kivetykset yms. kannattaa merkata esimerkiksi sulkupaalulla, jotta tiivistyskalusto ei riko niitä epähuomiossa. Jos kaivon kansi on upotettu murskeen alle muotoilu ja tiivistystöiden ajaksi, on huomioitava, että kannen kaulus ei ole upotettu kaivon runkoa vasten. Tällöin on vaarana kaivon rungon hajoaminen kaluston liikkuesssa sen yli.

Tärkeintä on muistaa tiivistystyössä kaivojen ympärykset ja muut ahtaat paikat joita ei pysty tiivistämään raskaalla kalustolla. Tällöin tiivistys tehdään sopivan kokoisella tärylevyllä riittävän paksuina tiivistyskerroksina. Tärylevyillä ei yli 25 cm paksua kerrosta saada enää tehokkaasti tiivistettyä.

Hyvä käytännön merkki lähellä täyttä tiiveyttä olevassa rakenteessa on kun jyrä tai tärylevy alkaa pomppia tai täristä pinnan päällä.

Taulukko 12. Ohjeelliset tiivistyskerrat (InfraRYL 2010, 249)

Jyrätyyppi	Paino, t	suodatinkerros		Jakava kerros		Kantava kerros	
Kerrospaksuus,m		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3
Täryjyvä	>5						
-vedettävä	>5	4	7	5	8	5	9
-2 täryvalssia	>5	3	4	3	5	3	6
-1 täryvalssi	>5	4	7	5	8	6	9
Tärylevyt	>0,05	6	-	7	-	6	-
-	>0,1	5	-	6	-	6	-
-	>02	4	-	5	-	5	-
-	>0,4	3	-	4	-	4	

Taulukosta 12 näkee, ettei tärylevyillä ole riittävää tiivistyskapasiteettia paksumpien rakenteiden tiivistämiseen.

Tiivistyskertojen taulukkoa 12 lukiessa tulee muistaa epäsuora tiivistystyö. Täyttövaiheessa täyttö- ja kuljetuskalusto liikkuu maa-aineksen päällä, jolloin se tiivistyy samalla. Liiallinen jyräminen löyhdyttää maa-ainesta ja saa sen lajittumaan. Täryvalssiä käytettäessä tulee muistaa, että ne ovat usein kaksitoimisia. Paksumman rakennekerroksen tiivistämiseen käytetään matalataajuista täryä ja ohuen pintakerroksen tiivistämisessä korkeampitaajuista esimerkiksi kun pinnan muotoilun aikana tarvitsee enää saada vain pintakerros kiinni. Tarvittaessa on hyvä käyttää kastelua, jolloin tiivistystyö on tehokkaampaa ja se myös estää hienoaineksen nousua kantavan kerroksen pintaan. Myös pelkällä vedellä voidaan tiivistää maata ja se onkin erittäin hyvä keino ahtaissa paikoissa ja paikoissa, jossa on herkästi rikkoontuvia rakenteita ja putkistoja.

## 6. PINTARAKENTEET

### 6.1 Sitomaton päällyste

Pinnan muotoilussa tulee ottaa huomioon suunnitelma-asiakirjojen mukaiset kaltevuudet. Pintojen muotoilulla varmistetaan pintavesien oikea kulkeutumis-suunta ja alueiden käytännöllisyys liikkumisen kannalta.

Sitomaton päällysrakenne liikennöidyillä alueilla tehdään 0/11–16 mm kallio- tai soramurskeesta. Kiviaines tulee olla CE -merkittyä tai rakennuspaikkakohtaisilla kokeilla hyväksyttyä. (MaaRYL 2010, 139.)

Yllä olevan vaatimuksen mukainen rakeisuus kallio- tai soramurskeelle on käytännössä liian pieni. Karkeampi, esimerkiksi 0/32 mm murske, on kantavampaa ja pysyy paremmin muodossaan liikenteen vaikutuksesta. Rakentamisvaiheessa karkeampi murske ei aiheuta lisätöitä.

Sitomattoman kulutuskerroksen alusta noudattaa samoja vaatimuksia kuin sitomaton kantava kerros MaaRYL 2010 kohdassa 3111. (MaaRYL 2010, 139.)

Sitomattoman kulutuskerroksen vähimmäispaksuus on 50mm ja se levitetään tasaisena kerroksena suunnitelma-asiakirjojen mukaiseen kaltevuuteen tai vähintään 1-2% kaltevuuteen. Tiivistys tehdään ohjeiden mukaisesti. Enimmäispoikkeamat ovat taulukon 13 mukaiset. (MaaRYL 2010, 140.)

Taulukko 13. Murskekulutuskerroksen enimmäispoikkeamat (MaaRYL 2010, 140)

		Laatu- luokka 1 <sup>1)</sup>	Laatu- luokka 2
Yläpinnan leveys	mm	0...+150	0...+250
Yläpinnan taso	mm	±15	±30
Pinnan tasaisuus	mm/3 m	15	15

<sup>1)</sup> normaaliluokka

Poikkileikkausmitat tulee tarkastaa työn aikana tehtävin mittauksin 10m:n välein. (MaaRYL 2010, 140.)

## 6.2 Asfalttipäällyste

Asfalttipäällyste on yleisin, kestävin ja huoltovapain päällyste piha-alueille kun se on hyvin tehty. Tämä vaatii hyvin tehdyt ja laatuvaatimusten mukaiset rakennekerrokset ja huolellisen päällystystyön. Onnistuneen asfalttipäällysteen avainasioita on tasainen, hyvin muotoiltu ja routimisen huomioiva rakennekerros.



Kuvio 27. Asfalttipäällysteen levitystyötä

Kevyesti kuormitetuilla piha-alueilla sopiva päällyste on AB 6–11 ja riittävä massamäärä  $100 \text{ kg/m}^2$ , joka vastaa 4 cm:n paksuista laattaa. Pysäköintialueilla ja raskaasti kuormitetuilla pihilla tarvitaan kantavampi päällyste AB 16–22. Sopiva massamäärä tähän on  $125 \text{ kg/m}^2$ , joka vastaa 5 cm:n paksuista laattaa. (MaaRYL 2010, 150.)

Asfalttibetonin on oltava asfalttinormien mukainen. Asfalttinormit antavat laatuvaatimukset muun muassa kiviainekselle, bitumipitoisuudelle ja kulutuskestävyydelle. (MaaRYL 2010, 150.)

Asfalttipäällysteen alusta täytyy olla suunnitelma-asiakirjojen mukainen korkeusaseman ja muodon osalta sekä alustan on täytettävä kantavan kerroksen kantavuusvaatimukset. Ennen päällystystyön alkua alusta tulee tarkastaa ja hyväksyä. (MaaRYL 2010, 150.)

Asfalttipäällysteen alla oleva sitomaton alusta eli kantavan kerroksen yläosa tehdään suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti murskeesta. Murske levitetään tasalaatuisesti, karkeaksi, kiinteäksi ja tasaiseksi kerrokseksi. Alusta tiivistetään riittävällä kalustolla ja tarvittaessa käytetään vettä. Alustan suurin sallittu poikkeama korkeussuunnassa on  $\pm 20$  mm, leveys sisäänpäin 0 mm ja ulospäin +50 mm. Suurin sallittu epätasaisuus on 12 mm/3 m. Alusta on tehty päällysteen vaatimaan kaltevuuteen. (MaaRYL 2010, 150.)

Alustan kaltevuus on tärkein asia onnistuneen päällysteen kannalta. Asfaltin levityksessä käytettävä levitin tekee vakiopaksuista laattaa, jonka muoto asettuu alustan mukaan. Levitin tasaa hyvin pienet painanteet alustassa, mutta yhtään suurempi virhe alustassa aiheuttaa valmiissa asfalttipäällysteessä vettä keräävän painanteen. Paras tapa tarkistaa alustan tasaisuus on käyttää pitkää oikolautaa tai lineaaria.

Päällysteen alustan tekemiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota, koska päällyste on suurin näkyvin ja arvioitavin osa piha-alueella. Kaikki vettä keräävän painanteet ja väärään suuntaan vettä johtavat pinnat joudutaan aina korjaamaan.

Alustan muotoiluun koneen lisäksi tarvitaan myös jalkamies, joka kuokalla tai asfalttikolalla muotoilee ahtaat paikat ja esimerkiksi kaivojen ympärystät kuten kuviossa 29. Jos uusi asfalttipinta liittyy vanhaan pintaan, tulee saumakohta sahata tai leikata suoraksi, jotta saadaan siisti ja kestävä sauma kuten kuviossa 28.



Kuvio 28. Vanhan ja uuden päällysteen sauma



Kuvio 29 Valmista asfalttipäällysteen alustaa ja sen viimeistelyä.

Ennen päällystystöiden alkua tarkistetaan mahdollisten reunatukien sijainti ja korkeus sekä kaikki kaivot, venttiilit ja muut kannet asennetaan oikeaan

korkeuteen ja kaltevuuteen. Tulee myös muistaa kaikkien kaivojen esille kaivaminen jos ne on kantavankerroksen muotoilutöiden helpottamiseksi upotettu murskeen alle. (MaaRYL 2010, 150.)

Päällystystyön aikana huolehditaan, että massa ei jäähdy alle sallitun levityslämpötilan. Päällyste levitetään mahdollisimman tasapaksuna pintana ja se tiivistetään vaatimusten mukaiseen tiiviyteen ja tasaisuuteen kuten kuviossa 27. (MaaRYL 2010, 150.)

Valmiissa päällystepinnassa kaltevuus ja korkeusasema ovat suunnitelma-asiakirjojen mukaiset. Kaivonkansien kohdalla pyritään yhtä tasaiseen lopputulokseen. Päällysteen massamäärä on vähintään suunnitelma-asiakirjojen mukainen ja se on tasalaatuista. (MaaRYL 2010, 151.)

Massan laatu ja määrä todetaan toimitusasiakirjojen perusteella ja keskimääräinen massan paksuus lasketaan näiden mukaan. Mikäli suunnitelma-asiakirjoissa ei ole muuta merkitty, tarkastetaan päällysteen muoto ja korkeusasema tarkemittauksin 10 metrin välein. Tasaisuus mitataan 3 metrin oikolaudalla. (MaaRYL 2010, 151.)

Tärkeintä valmiissa päällysteessä on oikea muoto ja kaltevuus pintavesien ohjautumisen vuoksi. Lisäksi tulee kiinnittää huomiota vanhan ja uuden päällysteen saumoihin, sekä mahdollisiin nurkkiin ja kaivojen ympäryksiin.





Kuvio 30. Valmis päällystepinta



## **7. YMPÄRISTÖN HUOMIOIMINEN JA TURVALLISUUS**

### **7.1 Pölynhallinta ja siisteys**

Maanrakennustöissä tulee ottaa huomioon pölyäminen. Etenkin kesällä sitomattomat maakerrokset alkavat pölistä helposti ja varsinkin kaivuutöiden aikana ajokalusto likaa ympäristöä maa-aineksella.

Sopivan väliajoin sattuva sade estää pölyntyymisen tehokkaasti, mutta muuten on turvauduttava kasteluun ja pölyntyvän maa-aineksen pois harjaamiseen.

Kastelu on helppo tehdä vesisäiliöllä varustetulla kuorma-autolla. Tarvittaessa voidaan levittää suolavettä pitempiaikaisen pölyntymissuojan aikaansaamiseksi. Kovilta pinnoilta kuten asfaltti, pöly ja hieno maa-aines kannattaa harjakoneella poistaa.

Urakan lopussa tehtävässä loppusiivouksessa kaikki ylimääräinen hieno-aines, pöly, kivet yms. tulee siivota pois sopivalla kalustolla ja tarvittaessa käsivoimin. Tällöin saadaan urakalle siisti jälki, mikä on piha-alueilla erittäin tärkeää.

### **7.2 Haastattelu kaivantojen merkitsemisestä**

Työhön liittyen tehtiin myös haastatteluja kaivantojen merkitsemistä. Haastateltavat olivat maanrakennusalan työnjohtajia, joilla oli vähintään 5 vuoden työkokemus. Haastateltavat vastasivat lyhyesti kahteen alla olevaan kysymykseen.

Mihin kiinnität eniten huomiota kaivannon merkitsemisessä?

Mitä välineitä käytät kaivantojen merkitsemiseen?

Haastateltavat painottivat eniten havaittavuutta ja mahdollisia riskejä. Jos kaivanto oli liikennöidyllä alueella, pidettiin tärkeänä liikenteen sujuva kulkeminen. Siistiä toteutusta pidettiin tärkeänä, jotta työmaan ulkoasu on

hyvä ja jolloin urakoitsijasta saa huolellisen ja siistin vaikutelman. Valumavedet tuli ottaa huomioon ettei pihojen asukkaiden tavarat, pallot yms. ajaudu kaivantoon. Lisäksi näkövammaisia varten pidettiin tärkeänä ohjaava reunus tai riittävän jämäkkä aita, joka estää kaivantoon kävelemisen. (Kokko 2014; Kirjarinta 2014.)

Merkitsemisen välineinä käytettiin yleisesti eniten sulkupaaluja ja lippusiimaa/sulkunauhaa. Tämän jälkeen tulivat sulkuaidat ja työmaa-aidat. Muoviverkkoaitaa pidettiin hyvänä, jos tukitolppia oli riittävän tiheästi ja ne olivat riittävän vahvoja. Betonijaloilla varustettua teräsverkkoaitaa pidettiin kaikkein tehokkaimpana ja siisteimpänä. (Kokko 2014; Kirjarinta 2014.)

Kyselystä tuli esille, että kaivannon merkitsemiseen käytetään useimmiten vain sulkupaaluja ja sulkunauhaa tai lippusiimaa, mikä on helpoin ja nopein tapa. Kaivantojen turvallisuudessa suuri rooli on myös rakennuttajalla, jonka tulee vaatia riittävän hyvä kaivannon tai työmaa-alueen turvallisuuden varmistava merkitseminen ja aitaaminen.

## 8. YHTEENVETO

Onnistuneen liikennöidyn piha-alueen saneerauksen edellytyksenä on huolellinen valmistelu, suojaavat toimenpiteet ja työn suorittaminen. Tällöin välttyään vahingoilta, jotka aiheuttavat lisäkustannuksia korjaustoimenpiteiden ja aikataulun venymisen muodossa. Kaikki piha-alueen olemassa olevat rakenteet, vesihuoltotekniikka ja kaapelit tulee selvittää huolellisesti ennen kaivuutöihin ryhtymistä.

Maarakennustöiden turvallisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota piha-alueille, koska siellä vahinkojen vaara on suuri. Kaivantojen suojauksessa ja merkitsemisessä ei tule säästellä, jotta henkilövahingoilta välttyään.

Rakennusmateriaaleissa tulee aina varmistua niiden laadusta ja maa-ainesten sekoittumista ja löyhtymistä tulee välttää työn aikana. Pakkaskaudella tehtävissä töissä tulee kiinnittää enemmän huomiota työvaiheiden oikeaan toteuttamiseen.

Vesihuollon ja sähkötekniikan asennustöissä tulee kiinnittää eniten huomiota arinaan, asennusalustaan ja huolelliseen asennus- ja täyttötööhön. Asennustöiden aikainen tarkkeiden ottaminen ja lopputarkkeet ovat tärkeitä.

Pintarakenteiden tekemisessä tulee noudattaa erityistä tarkkuutta, sillä ne ovat ensimmäisenä arvioitava kohde urakan laatua arvioidessa. Asfalttipäällysteen on oltava suunnitelmien mukainen ja toimiva.

Työnjohtajan tulee itse ottaa aktiivinen rooli yllä mainituissa kohdissa, jotta myös työntekijät ja koneen kuljettajat osaavat huomioida ne. Rakennuttajan vastuulla on vaatia urakoitsijalta riittävän hyvät suojaus- ja turvallisuustoimenpiteet ja tarkkailla työn laatua.

## LÄHTEET

Hyryläinen, T. 2013. Napapiirinkuljetus Oy. Jokiväylä 9 tarkekuvat.

InfraRYL 2010= Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 1 Väylät ja alueet. Rakennustietosäätiö.

Johtotieto Oy. Ohjeet työskentelystä telekaapeleiden läheisyydessä. Osoitteessa  
[http://www.johtotieto.fi/public/files/Kaivuohje%20%28lyhyt%29%20tyo%20kaapeleiden%20laheisyydessä%20v.1\\_DNA\\_ELISA\\_SONERA\\_FINNET.pdf](http://www.johtotieto.fi/public/files/Kaivuohje%20%28lyhyt%29%20tyo%20kaapeleiden%20laheisyydessä%20v.1_DNA_ELISA_SONERA_FINNET.pdf). 19.1.2014.

Kirjarinta, S. 2014. Napapiirin Kuljetus Oy:n aluevastaavan haastattelu. 28.1.2014.

Kokko, E. 2014. Napapiirin Kuljetus Oy:n aluepäällikön haastattelu. 28.1.2014.

MaaRYL 2010= Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö.

MaaRYL 2000= Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen maatyöt. Rakennustietosäätiö.

Pipelife.fi. Pragma maaviemärijärjestelmän asentaminen. Osoitteessa  
[http://www.pipelife.fi/media/fi/Asennusohjeet/Pragma\\_asennusohje.pdf](http://www.pipelife.fi/media/fi/Asennusohjeet/Pragma_asennusohje.pdf). 20.1.2014.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.8.2009/205. Osoitteessa  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205> 15.1.2014.

Viestintämarkkinalaki 23.5.2003/393. Osoitteessa  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030393> 16.1.2014.